

丹江口水利枢纽兴建后汉江中下游 四大家鱼等早期资源及其演变

谢文星, 黄道明, 谢 山, 杨汉运, 俞伏虎, 张晓敏, 雷 欢

(水利部中国科学院水工程生态研究所, 湖北 武汉 430079)

摘要: 2006~2007年对汉江中下游四大家鱼早期资源进行了调查,并结合1977~1978年、2004年汉江中下游的历史调查资料进行分析。研究表明:汉江中下游四大家鱼卵苗径流量下降明显,从20世纪70年代末的近 5×10^8 粒(尾)下降到2004年以后的不足 1×10^8 粒(尾),四大家鱼卵苗径流量占鱼类卵苗总径流量的比例也从19.0%下降到了1%以下;产卵场数量减少了1处,产卵场位置也发生了变化。

关键词: 四大家鱼;汉江;丹江口水库;繁殖;产卵场

中图分类号: S932.4, X143 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2009)02-0044-06

汉江是长江的重要支流,也是长江流域四大家鱼自然繁殖的重要河流,分布有数量较多的产卵场。1973年丹江口水库建成后,大坝的阻隔以及水库的调蓄作用,使汉江中下游江段的生态环境发生了较大的变化,对汉江中下游鱼类资源产生了明显的影响。对建坝前后汉江流域鱼类资源在1958、1977和2004年分别进行了3次较大规模的调查(E. B. 波鲁茨基等,1959;周春生等,1980;余志堂等,1981;余志堂,1982;李修峰等,2006),研究了丹江口建设运行后鱼类资源的演变,特别是对四大家鱼自然繁殖的影响。在此基础上,2006~2007年我们对汉江中下游四大家鱼早期资源进行了监测,旨在研究丹江口水库调度对四大家鱼自然繁殖的生态学效应。

1 工作方法

1.1 早期资源采集

1.1.1 样本采集 按常规采样方法(易伯鲁等,1988),每个断面设置左、中、右3个采样点,每个采样点采集上、中、下水层样品。表层采集用筛网,网口半圆形,半径0.5 m,面积 0.3927 m^2 ;中层和底层采集用圆锥网,网口半径0.35 m,面积 0.3848 m^2 。流速使用旋桨式流速仪测定。监测5~8月的所有洪峰过程,每个洪峰过程连续监测,每天监测时间12 h,监测时段为10~13、16~19、22~1、4~7时。监测时每隔0.5 h收集一次样品。

1.1.2 监测点 共2个:沙洋汉江大桥上游30 m处,N $32^{\circ}42'46.5''$ 、E $112^{\circ}35'85.2''$;潜江泽口渡口,N $30^{\circ}29'41.99''$ 、E $112^{\circ}52'9.34''$ 。

1.1.3 卵苗鉴定 采集到的四大家鱼鱼卵统一就地培育到尾芽形成期至出膜前期进行鉴定,对四大家鱼鱼苗直接鉴定。无法鉴定的鱼卵和鱼苗,就地培育直到能鉴定种类为止。

1.2 计算方法

采用易伯鲁等(1988)的计算方法。

1.2.1 产卵江段推算方法 产卵场的位置依据采集鱼卵的发育期和当时水流速度进行推算,公式为: $S = V \cdot T$, S 为鱼卵的漂流距离, V 为江水平均流速, T 为当时水温条件下的胚胎发育经历的时间。

1.2.2 断面系数的计算 根据断面上每个采集点表、中、底3个水层样品的鱼卵和鱼苗的密度,计算断面上所有样品的平均密度,以之除以定点采集点的鱼卵和鱼苗的密度,即可得出断面系数。

断面上所有采集点的平均密度为:

$$d_p = (\sum_{j=1}^n d_j) / n$$

则断面系数为: $c_j = d_p / d_j$

式中, d_p 为断面上所有采集点鱼卵和鱼苗的平均密度, d_j 为定点采集点的鱼卵和鱼苗的密度, n 为采集点数, c_i 为断面系数。

1.2.3 鱼苗径流量的计算:

每次采集时的卵苗径流量: $m_i = q_i \times d_i \times c_i \times t_i$

非采集期间的卵苗径流量:

$$m_{i,i+1} = (m_i / t_i + m_{i+1} / t_{i+1}) T_{i,i+1} / 2$$

总卵苗径流量:

$$y = \sum m_i + \sum m_{i,i+1}$$

收稿日期:2009-02-28

基金项目:国家自然科学基金(30490234)资助。

作者简介:谢文星,男,1964年生,江西寻乌人,副研究员,主要从事鱼类生态、水生态评价和保护研究。

式中, m_i 为第 i 次采集期间的鱼卵、鱼苗流量(粒或尾), q_i 为第 i 次采集期间的水流量(m^3/s), d_i 为第 i 次采集的鱼卵、鱼苗密度(粒/ m^3 或尾/ m^3), c_i 为第 i 次采集的断面系数, t_i 为第 i 次采集的采集时间(min), $m_{i,i+1}$ 为第 $i, i+1$ 次采集时间间隔内鱼卵、鱼苗流量(粒或尾), $T_{i,i+1}$ 为第 $i, i+1$ 次采集时间间隔(min)。

2 结果

2.1 四大家鱼早期资源量与种类组成

2006年6月24日至8月26日汉江中下游泽口监测断面鱼类卵苗径流量 198.2942×10^8 粒(尾), 卵苗种类 25 种, 四大家鱼 0.2768×10^8 粒(尾), 占 0.14%。四大家鱼卵苗径流量中, 草鱼 0.1021×10^8 粒(尾)、鲢 0.0517×10^8 粒(尾)、鳙 0.1230×10^8 粒(尾), 分别占 36.9%、18.7%、44.4%。

2007年5月28日至8月22日, 沙洋监测断面共监测收集受精卵 6 885 粒, 幼苗 1 357 尾, 经人工培育受精卵出苗 5 045 尾, 其中四大家鱼仅 54 尾。计算出通过沙洋断面(泽口监测断面上游 55 km 处)卵苗径流量为 78.56×10^8 粒(尾)(鱼卵 57.46×10^8 粒, 鱼苗 21.1×10^8 尾); 其中四大家鱼卵苗径流量为 0.3245×10^8 粒(尾), 占 0.41%; 四大家鱼卵苗径流量中, 鲢、草鱼、青鱼、鳙分别占 53.4%、28.3%、10.6%、7.7%。

2.2 四大家鱼苗汛

2006年早期资源野外监测期间, 共经历了 3 次洪峰, 洪峰上涨时间分别是 6 月 19~26 日、6 月 30 日~7 月 8 日、7 月 22 日~8 月 3 日。其中 7 月 27 日~8 月 3 日出现四大家鱼苗汛。

2007年监测期间有 6 次明显的洪峰过程, 洪峰上涨时间分别为 6 月 1~4 日、6 月 20~23 日、7 月 2~6 日、7 月 10~16 日、7 月 21~24 日、7 月 31 日~8 月 3 日。其中 6 月 20~23 日、7 月 10~16 日出现四大家鱼苗汛(图 1、图 2)。

3 分析与讨论

3.1 四大家鱼早期资源演变

对汉江中下游鱼类早期资源分别在 1977~1978 年、2004 年曾进行过较为系统的调查监测, 其调查监测结果见表 1~表 3 和图 3(周春生等, 1980)^①。3 次调查的结果表明, 汉江中下游干流原

王甫洲产卵场因王甫洲水电枢纽的修建已消失; 四大家鱼产卵场数量减少了 1 处, 产卵场位置有所变化, 襄樊产卵场消失; 其它主要经济鱼类产卵场增加了 1 处, 位置发生了上下移动; 小型鱼类产卵场数量显著增多, 有谷城、庙滩、茨河、襄樊、胡家营、宜城、护驾州、关家山、碾盘山、钟祥、华家湾、马良、姚集、陈洪口、沙洋等, 遍布中游。支流唐白河四大家鱼产卵场消失, 主要经济鱼类仅剩赤眼鳟, 且产卵量仅为原来 48%, 小型鱼类产卵规模与原来持平。

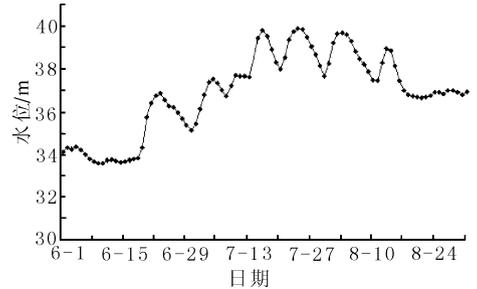


图 1 沙洋 2007 年 6 月 1 日~8 月 31 日水位变化

Fig. 1 Variation in water level between June and August

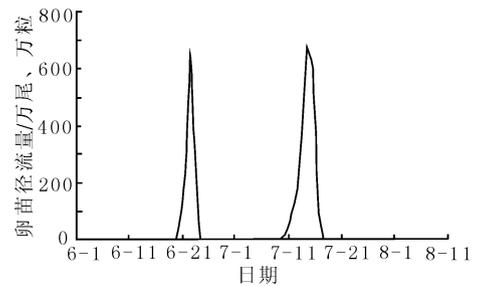


图 2 沙洋 2007 年四大家鱼苗径流量日变化

Fig. 2 Variation in runoff of fry in 2007

从 1978 年到 2007 年的监测结果看, 汉江中下游产漂流性卵鱼类卵苗径流量有明显的增大趋势, 但四大家鱼卵苗径流量下降明显, 从 20 世纪 70 年代末的近 5×10^8 粒(尾)下降到 2004 年以后的不足 1×10^8 粒(尾), 下降幅度明显。同时, 四大家鱼卵苗径流量占鱼类卵苗总径流量的比例也从 19.0% 下降到了 1% 以下。相应地, 主要经济鱼类也由“四大家鱼”、鲟、鳢、长春鳊、赤眼鳟、吻鮰、鮡属、鳊、铜鱼等减少为“四大家鱼”、长春鳊、赤眼鳟、吻鮰、鮡属。其它较大型产漂流性卵的主要经济鱼类产卵规模也有较大幅度减小, 而小型产漂流性卵鱼类产卵规模显著增加。

① 水工程生态研究所. 2005. 南水北调中线工程对汉江鱼类资源影响及保护技术研究.

表1 汉江中下游鱼类卵苗径流量的演变

Tab.1 The evolution of eggs runoff in the middle and lower reaches of Hanjiang River

项目	1977~1978年		2004年		2006年		2007年	
	数量/ 10^8 粒(尾)	比例/%						
产卵总量	24.780		163.2651		198.2942		78.56	
四大家鱼	4.7078	19.0	0.9330	0.57	0.2768	0.14	0.3245	0.41
其它经济鱼类	9.0342	36.46	3.6416	2.23	2.6146	1.32	2.7245	3.47
小型鱼类	11.0380	44.54	158.6905	97.20	195.4028	98.54	75.511	96.12

表2 汉江中游产漂流性卵鱼类产卵场的变化

Tab.2 Variation in the spawning ground of fish with pelagic eggs in the middle reaches Hanjiang River

项目	1977~1978年	2004年	说明	
产卵场	四大家鱼 王甫洲、茨河、襄樊、宣城、钟祥、马良,6个	庙滩、宣城、关家山、钟祥、马良,5个	王甫洲产卵场消失;	
其他经济鱼类	王甫洲、茨河、襄樊、宣城、钟祥、马良,6个	庙滩、襄樊、宣城、关家山、钟祥、马良、陈家口,7个	襄樊四大家鱼产卵场消失;小型鱼类遍布中游	
小型鱼类	王甫洲、茨河、襄樊、宣城、钟祥、马良,6个	谷城、庙滩、茨河、襄樊、胡家营、宣城、护驾州、关家山、碾盘山、钟祥、华家湾、马良、姚集、陈洪口、沙洋,15个		
产卵距离/km	四大家鱼 其他经济鱼类 小型鱼类	169 169 169	120 135.4 195.1	家鱼及经济鱼类减少,小型鱼类增加
产卵规模/粒(尾)	四大家鱼 其他经济鱼类 小型鱼类	4.7078×10^8 9.0342×10^8 11.0380×10^8	0.9330×10^8 3.6416×10^8 158.6905×10^8	家鱼及经济鱼类减少;小型鱼类增加
产卵经济鱼类	四大家鱼、鲟、鳢、长春鳊、赤眼鳟、吻鮰、鮠属、鳊、铜鱼,12种	四大家鱼、长春鳊、赤眼鳟、吻鮰、鮠属,8种	产卵经济鱼类减少4种	
经济鱼类:小型鱼类	1.24 : 1	1 : 34.7		

表3 汉江中游支流唐白河产漂流性卵鱼类产卵场的变化

Tab.3 Variation in the spawning ground of fish with pelagic eggs in Tangbai River

项目	1977~1978年	2004年	说明	
产卵场	四大家鱼 其他经济鱼类 小型鱼类	郭滩、埠口 郭滩、埠口 郭滩、埠口	没有 新甸、朱集、埠口、常庄 新甸、朱集、埠口、常庄、龚家咀	家鱼产卵场消失;小型鱼类增加
产卵距离/km	四大家鱼 其他经济鱼类 小型鱼类	63 63 63	0 34.8 38.3	家鱼没有;经济鱼类、小型鱼类减少
产卵规模/粒(尾)	四大家鱼 其他经济鱼类 小型鱼类	4.5898×10^8 13.1088×10^8 4.5363×10^8	0×10^8 0.7494×10^8 5.2985×10^8	家鱼无;经济鱼类减少;小型鱼类增加
产卵经济鱼类	四大家鱼、鲟、鳢、长春鳊、赤眼鳟、吻鮰、鮠属、鳊、铜鱼,12种	赤眼鳟,1种	产卵经济鱼类减少11种	
经济鱼类:小型鱼类	3.90 : 1	1 : 7.07		

3.2 影响鱼类早期资源变化的原因分析

3.2.1 水利工程继续对鱼类资源产生影响 丹江口大坝建成后,汉江中下游的水文情势发生了较大变化,主要表现在由于水库的调蓄作用,汉江中下游流量、水位变化幅度变小,清水下泄使透明度提高,河道冲刷作用加强,水库中下层水下泄导致高温季

节江水温度下降,冬季温度升高。1977~1978年的渔业资源调查结果表明,大坝的修建,改变了原河道的生态环境,导致鱼类性腺发育延迟、繁殖季节推后、产漂流性卵鱼类的一些产卵场下移或消失、生长期缩短等不利影响。随着时间的推移,鱼类已经逐渐适应这种改变了的环境,并能在坝下汉江中下游

完成其繁殖、摄食、生长和越冬等生命周期的各个环节,并维持一定的种群。

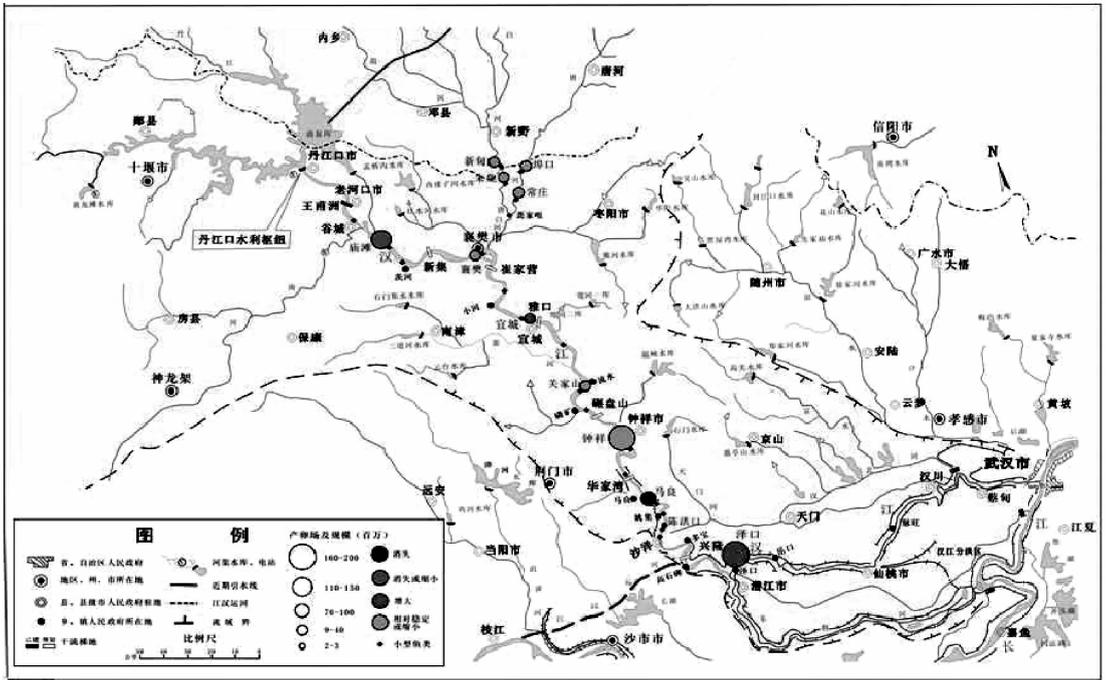


图3 汉江中下游产漂流性卵经济鱼类产卵场分布及预测

Fig. 3 The distribution and prediction of the spawning ground of fish with pelagic eggs in the middle reaches Hanjiang River

近期调查的结果表明,水利工程对鱼类资源的影响仍然在一定程度上起作用。丹江口大坝清水下泄,水中含沙量大幅度下降,引起大坝下江段河道冲刷下切,黄家港站各级流量水位下降了1.6~2.0 m,强烈冲刷段不断向下延伸,目前已经发展到襄樊以下;河道冲刷下切,致使河流并叉归槽,漫滩和河道落差增大,上水时间减少,鱼类栖息空间减少,下泄水温度恢复的流程延长,温度对鱼类生长、发育和繁殖的影响加剧,特别是低温水的影响更为突出。清水下泄提高了汉江中下游干流水体透明度,有利于水生高等植物生长和浮游生物的繁衍,特别是汉江有机污染日益严重,氮磷营养物浓度不断上升,水体生物生产力急剧升高。王甫洲水利枢纽修建后,库区水流变缓,河面变宽,丹江口大坝至王甫洲江段的急流生境大部分消失,喜流水性鱼类生境进一步萎缩,并阻断了鱼类的上下迁移。

受水利工程建设后水文情势变化的影响,鱼类资源也相应发生了变化。襄樊以上江段渔产量增长幅度远低于襄樊以下江段,原丹江口大坝附近江段产量很高的吻鮰,已经难以形成产量。产漂流性卵鱼类产卵场下移趋势明显,王甫洲产卵场已经消失,四大家鱼产卵繁殖主要依赖支流和区间来水造成的涨水过程进行。汉江中下游近10年的年均产量比

建库后17年的年均产量有大幅度提高,其中产粘性卵的鲤、鲫产量占57.86%,其它喜静水和缓流水性鱼类种群数量也有明显增多的趋势。

3.2.2 过度捕捞对鱼类资源的影响日益严重 汉江中下游流域渔具渔法一直在不断翻新,特别是1970年代末以来,捕捞强度不断加大。汉江中下游较为传统的捕捞渔具有刺网、三层刺网、百袋网、濠网和滚钩、卡子等,1970年代末电捕和炸鱼等开始泛滥,密眼网具使用越来越普遍;1990年代开始使用电拖网,由于效益高,发展很快。表4是2004年7~9月间在汉江调查的部分捕捞点电拖网船的数量,电拖网捕捞船占总捕捞船的61.5%。捕捞船不断增加,以潜江、沙洋为例,1995年潜江捕捞渔船125艘,2004年为140艘;沙洋1995年捕捞渔船45艘,2004年为62艘。随着捕捞强度加大,鱼类资源量下降,单船产量急剧下降,于是不断缩小网目、增大电拖网船的马力、提高电拖网电压。根据调查,电拖网目前网目多为1~2cm,有的电拖网电压高达1000余V,并开始采用多船联合作业。高强度的捕捞对资源的破坏很大,特别是电拖网,捕捞没有选择性,无论鱼大小,一网打尽。近2年来,长江开始大规模春季禁渔,汉江中下游从4月1日~6月30日开始春季禁渔,取得了很好的效果,但解禁后,为了

补回休渔期的损失,渔民变本加厉进行捕捞,降低了禁渔所取得的效果。

表4 汉江中下游部分捕鱼点电拖船调查

Tab.4 The tugboats of partial fishing sites in the middle and lower reaches of Hanjiang River

地点	捕鱼船总数/艘	电拖捕船数/艘
老河口大桥处	14	8
马良	36	18
沙洋大桥下	12	5
泽口	53	35
岳口	25	18
城隍	34	23
合计	174	107

渔具渔法的改进,是汉江捕捞产量大幅度提高的原因之一,但过度捕捞,特别是电拖网的大规模使用,使鱼类资源遭受严重破坏。汉江中下游渔产量经过1997~1998年高峰后已经出现明显下降趋势,渔获物个体和种类严重小型化,大型个体和高龄鱼少,像草鱼、鲢等极少有剩余群体,鳊、青鱼、鳙已难形成产量,鳝、鲟已濒临绝迹,相应地,四大家鱼和主要经济鱼类产卵规模大幅度缩小,小型鱼类产卵规模显著扩大。

3.2.3 水质污染的影响越来越突出 多年的水质监测结果表明,汉江中下游主要支流水质污染相当严重,有机污染指标一般达到地面水IV~V类标准,有的甚至达到劣V类,其中以小清河、竹皮河、唐白河和蛮河的污染最为严重。支流面源污染对干流水质的影响较大,入江主要污染物为COD和悬浮物,入江污染负荷较大的是唐白河,其次为蛮河和南河。干流以有机污染为主,主要污染物为COD、BOD₅、NH₃-N、NO₂-N和总磷,城市江段存在不同程度的岸边污染带。下游仙桃至武汉宗关在枯水期受长江高水位顶托,水质容易富营养化。近年来,汉江中下游河段由于水质劣变,出现水华的现象越来越频

繁,1992~2003年,汉江下游共发生5次水华。

汉江中下游干流水体营养水平提高,加上水体含沙量降低、透明度升高的作用,致使水体生物生产力明显提高,这可能就是渔产量一直处于较高水平的主要原因。但水质严重富营养化,特别是频繁地出现水华,将导致水生生物多样性降低,影响喜流水性鱼类的繁殖、生长和发育,鱼类品种结构日益单一化。汉江中下游一些严重污染的支流已不适宜鱼类生存。唐白河第1次洪水时,往往导致大量死鱼现象,其四大家鱼产卵场已经消失,经济鱼类中仅耐污性的赤眼鳟还有少量群体在唐白河产卵繁殖,其产卵规模也仅为1978年的48%。

志谢:常秀岭、张庆、梁银铨、简东、胡小健、王文君、方艳红等同志参加野外调查和室内鱼类卵苗培育工作。

参考文献:

- 李修峰,黄道明,谢文星,等.2006.汉江中游产漂流性卵鱼类产卵场的现状[J].大连水产学院学报,21(2):105-111.
- 易伯鲁,余志堂,梁秩燊,等.1988.葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼[M].武汉:湖北科学技术出版社.
- 余志堂,等.1981.丹江口水利枢纽兴建以后的汉江鱼类资源[J].鱼类学论文集,(1):77-96.
- 余志堂,1982.汉江中下游鱼类资源调查以及丹江口水利枢纽对汉江鱼类资源影响的评价[J].水库渔业,1:2-13.
- 周春生,梁秩燊,黄鹤年.1980.兴修水利枢纽后汉江产漂流性卵鱼类的繁殖生态[J].水生生物学集刊,7(2):175-187.
- E. B. 波鲁茨基,等.1959.丹江口水库库区水生生物调查和渔业利用意见[J].水生生物学集刊,(1:水库渔业利用专刊):33-56.

(责任编辑 张俊友)

The early evolution of the four major Chinese carps resources in the middle and lower reaches of Hanjiang River after the construction and operation of Danjiangkou Reservoir

XIE Wen-xing, HUANG Dao-ming, XIE Shan, YANG Han-yun, YU Fu-hu, ZHANG Xiao-min, Lei Huan

(Institute of Hydroecology, MWR and CAS, Wuhan 430079, China)

Abstract: Surveys on reproduction of the four famous Chinese carp were conducted at the middle and lower reaches of Hanjiang River during spawning season from 2006 to 2007. The result shows the current egg production is less than 1×10^8 ind, which had been almost 5×10^8 ind. at the end of 1970s; the proportion of the famous Chinese carps is descending 19.0% to 1% of the total runoff. According to the calculation of the spawning sites, one of them is eliminated now because of the construction of the Danjiangkou Reservoir, and the location of the others are changed when comparing to the historical data.

Key words: Chinese carps; Hanjiang River; Danjiangkou Reservoir; reproduction; spawning site