

三峡库区的入侵鱼类及库区蓄水对外来鱼类入侵的影响初探*

巴家文, 陈大庆**

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 农业部长江中上游渔业资源环境科学观测实验站, 武汉 430223)

摘要: 三峡水库已于 2010 年 10 月完成 175 m 的蓄水目标, 蓄水后三峡库区形成一个生态位严重空缺的人造湖泊生态系统. 近年来, 库区及长江上游外来入侵鱼类呈增长态势, 已发现外来入侵鱼类 23 种, 且部分已处于种群数量暴发阶段. 水库蓄水初期营养盐输入增加和初级生产力的提高通常也利于广适性鱼类和外来种的生存, 对外来鱼类的入侵和种群数量的扩散暴发产生一定的促进作用. 外来鱼类在生态位竞争上与土著鱼类相比处于明显优势地位, 可能将严重危害三峡库区的渔业资源及其水域生态系统的安全. 因此, 对于三峡库区的鱼类入侵及其所带来的相关效应等问题, 应引起密切关注和重视, 尽早建立三峡库区入侵鱼类的预警和防治体系, 严格评估人为引种活动, 深入研究外来鱼类得以成功入侵的原因与机理.

关键词: 三峡库区; 鱼类入侵; 蓄水; 监测; 入侵危害

Invasive fishes in Three Gorges Reservoir area and preliminary study on effects of fish invasion owing to impoundment

BA Jiawen & CHEN Daqing

(*Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment in the Upper and Middle Reaches of the Yangtze River, Ministry of Agriculture, Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuhan 430223, P. R. China*)

Abstract: Three Gorges Reservoir has become a man-made lake ecosystem where there are a lot of ecological niches left vacant or unused. Alien species appear to be successful invaders to fill these empty ecological niches. In recent years, a total of 23 invasive fish species have been found in this reservoir and the upper reaches of Yangtze River, some of which are in the stage of their population outbreak. The main reasons for this are increased nutrient inputs and thus high primary productivity in the initial time of impoundment. They facilitated the invasion of exotic fish species that have the adaptability to a wide range of environmental conditions. With a competitive advantage over indigenous fishes, invasive alien species can replace them. This may be seriously harmful to the fishery resources and aquatic ecological systems in Three Gorges Reservoir. Evidently, more attention should be paid to affects and other related issues caused by the invasive alien fish. The following measures can be urgently taken; the establishment of the early warning and prevention systems of invasive alien fish species, the assessment on the potential affects of the introduction of alien cultured fishes, and thorough investigations of mechanisms of exotic fish fishes as the successful invaders adapted for the reservoir environmental conditions.

Keywords: Three Gorges Reservoir area; fish invasion; impoundment; monitor; invasive harm

生物入侵是全球生态环境研究热点之一, 随着经济全球化进程的加快, 外来物种的入侵速度也得到飞速提升, 所造成的危害也越来越大. 2003 年我国环境保护部的调查发现, 外来入侵物种当年造成的经济损失高达 1198.76 亿元, 占中国 GDP 的 1.36%^[1]. 我国目前在昆虫和植物入侵方面的研究较多, 对于水生生物特别是鱼类的入侵研究还相对较少, 因为鱼类入侵过程较为隐蔽, 在其入侵的早期阶段难以察觉, 等到被

* 公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903048-01)资助. 2011-10-14 收稿; 2011-12-05 收修改稿. 巴家文, 男, 1984 年生, 硕士; E-mail: bajw@yfi.ac.cn.

** 通信作者; E-mail: chdq@yfi.ac.cn.

发现时,基本都已建立起稳定的繁殖种群,甚至已处于种群数量暴发阶段.

2006年我国大陆引进的国外和部分国内不同区域的外来水生经济鱼类共89种,仅从国外引进的鱼类就达65种以上,其中还不包括作为观赏鱼引进的大量外来鱼种^[2].外来鱼类的入侵已在我国许多水系造成严重危害,如云贵高原上的湖泊无论面积大小都不同程度地受到生物入侵的影响,成为土著鱼类物种多样性显著降低以及种群数量急剧下降的主要因素^[3].云南泸沽湖分布的3种裂腹鱼类由于引入的麦穗鱼等小型鱼类吞食其鱼卵而造成绝迹^[4-5].陈锋等在2004—2006年对西藏拉萨河鱼类的采样调查中发现8种外来鱼类,占总渔获物种类的42.5%,甚至有些生境已难觅土著鱼类的踪迹^[6].在雅鲁藏布江中游也发现9种外来鱼类,占渔获物种类的39.13%,且已形成定殖种群^[7].新疆乌伦古湖土著鱼类的生态位大部分已被外来鱼类所占据,以前最重要的土著经济鱼类河鲈正濒临灭绝^[8].

三峡库区位于长江上游的下段,东起湖北省宜昌市,西至重庆市.库区由丘陵、中低山和峡谷组成,东段为深嵌于巫山山脉中的三峡峡谷,长约160 km,西段为四川盆地东部的低山丘陵区,长约450 km.三峡工程蓄水到175 m时,形成1000余平方千米水域面积的库区,上起于重庆市巴南区,下止于湖北省宜昌市,库区范围涉及19个县市,面积 $5.4 \times 10^4 \text{ km}^2$.三峡地区位于四川盆地与长江中下游平原过渡带,其上接青藏高原,下连江汉平原.三峡的形成先后经历喜马拉雅造山运动和巫山隆起运动,在切割武陵山系的过程中,形成复杂的河流水域环境^[9].适应于这一环境,鱼类区系组成成分复杂多样,具有长江上游和江淮平原鱼类组成类型交错的特点^[10].2005—2006年对三峡库区长江干流及主要支流的鱼类资源调查共发现鱼类108种,其中特有鱼类17种^[11].

三峡库区是我国重要的淡水经济鱼类和特有鱼类资源库,这些鱼类具有重要的科学价值、经济价值和生物多样性价值.近年来,三峡库区沿岸各县市引入数十种外来养殖物种,如胡子鲶(*Claris fuscus*)、虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)、尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)、大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)、短盖巨脂鲤(*Colossoma brachypomum*)、匙吻鲟(*Polyodon spathula*)、俄罗斯鲟(*Acipenser gueldenstaedti*)、史氏鲟(*Acipenser schrencki*)、斑点叉尾鲟(*Ictalurus punctatus*)等.太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)也已在库区各江段渔获物中频频出现,且捕捞数量逐年增多.这些物种的引进缺乏统一的规划和管理及必要的生态风险评估,而渔业养殖场也缺乏必要的物种隔离设施及防逃手段,极易造成外来物种的逃逸.已有研究表明,外来物种的引进很可能造成生态灾难,如滇池引入银鱼等已导致当地特有鱼类和经济资源枯竭,云南许多湖泊也因受外来鱼类入侵导致土著鱼类数量锐减,生态系统濒临崩溃^[12].水库在蓄水初期,由于水体营养动力学的改变,通常有利于广适性鱼类和外来鱼类的生存,而对特有鱼类和土著鱼类造成威胁^[13-14].三峡水库已于2010年10月完成175 m蓄水目标后,区域性的环境变化使得库区形成一个生态位严重空缺的湖泊生态系统,外来鱼类侵入库区后,在争夺食物饵料和生存空间上相对土著鱼类都明显处于优势地位,可能将严重危害到三峡库区的渔业资源及其水域生态系统的安全.因此,对于三峡库区的鱼类入侵及其所带来的相关效应等问题,应引起我们的密切关注和重视.

1 三峡库区的入侵鱼类

对三峡库区入侵鱼类的调查及相关历史文献的查阅发现,目前三峡库区共有入侵鱼类23种,其中来自美洲水系的有10种,欧洲2种,非洲2种,其余都是从我国其他水系侵入(表1).2005—2007年间对三峡库区渔业资源进行调查发现,2005年三峡库区内发现丁鲶、斑点叉尾鲟、黑鲟、大口黑鲈、大银鱼、团头鲂6种往年未采集到的入侵鱼种,被认为可能是养殖逃逸的个体^[11].2006年春季和秋季,在长江上游的攀枝花、宜宾、合江、木洞、涪陵、万州以及宜昌江段进行了2次野外调查,共发现6种外来入侵鱼类,分别为史氏鲟、丁鲶、斑点叉尾鲟、黑鲟、大口黑鲈和罗非鱼;其中,攀枝花江段的史氏鲟为首次发现^[15].2007年,在金沙江下游攀枝花、宜宾江段,长江上游合江、木洞、万州以及长江中游宜昌江段也调查到外来入侵鱼类6种,分别为斑点叉尾鲟、黑鲟、大口黑鲈、罗非鱼、食蚊鱼和短盖巨脂鲤^[16].

表1 三峡库区入侵鱼类名录及入侵时间

Tab. 1 Catalogue of invasive fish in Three Gorges Reservoir and invasive time

入侵鱼类	原产地	入侵时间
斑点叉尾鲴 (<i>Ictalurus punctatus</i>)	美国密西西比河	1983 * ^[17]
丁鲷 (<i>Tinca tinca</i>)	欧洲水系、新疆、内蒙古水系	1998 * ^[18]
俄罗斯鲟 (<i>Acipenser gueldenstaedti</i>)	里海、亚速海和黑海	1993 * ^[18]
匙吻鲟 (<i>Polyodon spathula</i>)	北美洲	1990 * ^[17]
史氏鲟 (<i>Acipenser schrencki</i>)	黑龙江、乌苏里江、松花江	2006 ^[15]
下口鲶 (<i>Hypostomus plecostomus</i>)	拉丁美洲	1999 ^[19]
白肌银鱼 (<i>Leucosoma chinensis</i>)	我国东海、南海	
太湖新银鱼 (<i>Neosalanx taihuensis</i>)	长江中、下游湖泊	
前颌间银鱼 (<i>Hemisalanx prognathus</i>)	长江中下游鄱阳湖和太湖水域	
大银鱼 (<i>Protosalanx haylocranii</i>)	长江中、下游及其所属湖泊	
短吻间银鱼 (<i>Hemisalanx brachyrostralis</i>)	长江中下游及沿江大中型湖泊	
胡子鲶 (<i>Claris fuscus</i>)	长江流域以南各水体	1981 * ^[19]
虹鳟 (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	北美洲	1959 * ^[17]
尼罗罗非鱼 (<i>Oreochromis niloticus</i>)	非洲	1978 * ^[19]
莫桑比克罗非鱼 (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	非洲	1957 * ^[19]
大口黑鲈 (<i>Micropterus salmoides</i>)	美国密西西比河水系	1983 * ^[19]
短盖巨脂鲤 (<i>Colossoma brachypomum</i>)	南美亚马逊河	1985 * ^[17]
麦穗鱼 (<i>Pseudorasbora parva</i>)	长江中下游湖泊	1963 * ^[19]
食人鱼 (<i>Pygocentrus nattereri</i>)	南美洲亚马逊河流域	1982 * ^[20]
食蚊鱼 (<i>Gambusia affinis</i>)	美国东南部、墨西哥及古巴	1924 * ^[2]
雀鳝 (<i>Lepisosteus oculatus</i>)	北美洲五大湖水域	1990 * ^[17]
团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>)	长江中游湖泊	2006 ^[11]
黑鲟 (<i>Ameiurus melas</i>)	北美洲	2006 ^[11]

* 首次报道入侵中国时间.

2 三峡库区的蓄水过程与外来鱼类入侵

长江三峡水利枢纽工程的建设分三期,随着工程的进展,三峡库区水位的变化可划分为四个阶段^[21]: (1) 1997年11月,三峡大坝首次截流,库区蓄水水位约提升了10 m; (2) 2002年底至2003年6月,在导流明渠截流后,大坝将逐步蓄水,长江三峡水位将由66 m提高到135 m,尾水至重庆万县市境内,水面变得平缓; (3) 2006年9月,三峡蓄水水位将提高到约150 m,水面及长江三峡景点变化不大; (4) 2009年10月,三峡工程全面竣工,蓄水水位达158 m,2010年10月最终达到最高目标蓄水水位175 m,坝前水位提高近110 m,水位每年有近30 m的升降变化.

三峡水库蓄水后,库区水域水体加深、水流减缓,形成了一个生态位严重空缺的人造湖泊生态系统,其营养物质远未得到充分利用^[3]. 蓄水后水流减缓,水体透明度增大,有机物和营养盐类增加,有利于浮游生物的生长和繁殖,其种类和数量都显著增加^[22]. 水库在蓄水初期阶段由于水体营养动力学的改变,通常也利于广适性鱼类和外来种的生存,而威胁特有种和土著鱼类的生存^[13-14]. 水库蓄水初期营养盐输入增加和初级生产力提高,为库区渔业发展提供重要的营养条件^[23]. 三峡水库2003年开始蓄水后,随着库区水体水文生态与水动力学特征、生境结构和水体生产力等的改变,鱼类群落亦随之演替^[24]. 通过对三峡库区干支流的调查分析,发现蓄水后库区水体浮游植物数量较蓄水前有明显增长,特别是坝前和支流河口及洄水段的浮游植物数量增加明显^[25]. 库区内初级生产力的提高导致其饵料资源量增加,也为外来入侵物种的种群暴发提供了饵料基础. 如三峡水库蓄水至135 m之前,库区长江江段虽有太湖新银鱼的记录,但并没有作为渔业对象并形成一定的渔产量;蓄水至135 m以后,太湖新银鱼种群数量迅速上升,资源显著增加,其种群暴发已成为近期库区鱼类群落演替的显著特点之一,2006年以来已经成为库区渔业重要的商业捕捞对象^[26].

3 三峡库区入侵鱼类可能造成的危害

随着人类活动的愈加频繁,外来物种入侵风险也越来越大,外来鱼类物种的引入在带来可观经济效益的同时可能也会给土著物种和生态系统造成巨大的危害.在争夺食物饵料和生存空间方面,入侵鱼类相对土著鱼类明显处于优势^[27].外来入侵鱼类在与土著鱼类进行生态位的竞争中胜出,种群密度大大提高,并成为优势种群,土著鱼类明显处于劣势,甚至濒临灭绝^[28].如太湖新银鱼被引入到云南高原湖泊形成优势种群后,造成了当地一些土著鱼类的资源下降,甚至灭绝^[12].

入侵鱼类会吞食土著鱼类的鱼卵,造成以砾石为产卵和活动场所的土著鱼类数量急剧下降,一些物种甚至濒临灭绝^[19].在长江上游的四川、重庆等地的天然水体中发现的下口鲶,其繁殖力非常强,每次产卵300~500粒,孵化率很高.此种鱼不仅摄食藻类及其它饵料生物,也大量吞食土著鱼类的卵,从而严重威胁到土著鱼类及水域生态系统.根据长江三峡工程生态与环境监测系统的报告,在三峡库区已经发现丁鲶、斑点叉尾鲷、黑鲷、大口黑鲈、大银鱼等外来鱼类,部分物种已经在库区大量繁殖,种群数量急剧增长,对库区鱼类群落乃至渔业生态系统都造成严重影响^[29].

外来入侵鱼类还可能与库区土著鱼类杂交,导致长江上游土著鱼类种质被污染、种质资源退化甚至丧失.如云南省的星云湖曾因外来鲤鱼入侵导致国家Ⅱ级保护动物纯种大头鲤的灭绝,目前湖中现生的鲤鱼多为大头鲤和原产黑龙江的鲤鱼、元江的华南鲤、锦鲤、欧洲的鲤鱼等多种鲤鱼的杂交后代^[30].

4 三峡库区鱼类入侵预警和防治

4.1 严控人为引种和传播

三峡库区是中国重要的淡水鱼类资源库,分布有许多长江上游特有鱼类物种,如岩原鲤、齐口裂腹鱼、圆筒吻鲈、圆口铜鱼和异鳔鳅等^[11].因此,当库区引进外来物种时,应提前对引进物种进行生态风险评估.库区长江干流周边养殖场内和支流的网箱、围栏养殖水域,如开县的小江河流域、巫山的大宁河流域,巴东的神龙溪流域等,也应当建造物种隔离及防逃设施,防止外来鱼类的逃逸.外来鱼类的引进很有可能导致当地特有鱼类资源枯竭,造成生态灾难,因此在库区引进和养殖外来物种,应加强管理和风险评估.

4.2 进行预警和监测

外来鱼类在入侵过程不易发现,在入侵过程的早期阶段也很难被察觉,等到被发现时基本都已建立起稳定的繁殖种群,甚至已处于种群数量暴发阶段.因此有必要加强对三峡库区外来入侵鱼类的预警和监测工作,通过设置固定监测站点(如秭归、万州和巴南等)和监测区域(如坝前水域和库尾水域),适时开展流动监测,动态监测入侵鱼类种群变化及危害程度,建立三峡库区入侵鱼类的预警和防治体系.

4.3 加强土著鱼类保护

三峡库区稳定性蓄水后,库区成为生态位空缺的人工湖泊生态系统,水体营养物质得不到充分利用.针对这一情形,可以增殖放流一些土著鱼类,如鲢、鳙、草鱼、鲤、鲫、鳊、鲂、鲮类等,以及一些名特种类如黄颡鱼、长吻鮠、鳊、鲃类等.这些鱼类不仅具有较高的经济价值,还能增加渔业捕捞产量,更能缓解三峡库区的富营养化问题,净化库区水质.放流的土著鱼类也可以很好地填补三峡库区生态位的空缺,在一定程度上能够降低外来鱼类的入侵风险.

5 结论与展望

近年来,在三峡库区渔业资源调查及监测过程中发现,外来入侵鱼类种类数量明显上升,多种入侵鱼类种群数量急剧增长,这可能将对三峡库区土著鱼类造成巨大的危害.此前,我国云贵高原湖泊因外来种的引入致使土著鱼类物种多样性的丧失.这种局面将极有可能在三峡库区重演,因此三峡库区的外来入侵鱼类应引起特别重视.此外,三峡库区蓄水水位提升以后,库区水域水体加深、水流减缓,形成一个生态位严重空缺的湖泊,其营养物质远没有得到充分利用.这也为外来鱼类入侵库区提供了非常有利的条件,对外来鱼类的入侵和种群暴发产生了一定的促进作用.因此,我们呼吁应加强对三峡库区外来入侵鱼类的调查和研究工作,设置固定监测站点和区域,动态监测入侵鱼类的种类及危害程度,建立起三峡库区入侵鱼类的预警和

防治体系,严格评估在三峡库区的人为引种活动,深入研究外来鱼类得以成功入侵的原因与机理。

致谢:感谢中国水产科学研究院长江水产研究所刘绍平研究员、段辛斌副研究员、邓华堂和田辉伍博士给予的宝贵建议和帮助,在此谨致谢忱!

6 参考文献

- [1] 徐海根, 强 胜. 中国外来入侵物种编目. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [2] 王亚民, 曹文宣. 中国水生外来入侵物种对策研究. 农业环境科学学报, 2006, **25**(1): 7-13.
- [3] 路瑞锁, 宋豫秦. 云贵高原湖泊的生物入侵原因探讨. 自然生态保护, 2003, **8**: 35-37.
- [4] 张国华, 曹文宣. 湖泊放养渔业对我国湖泊生态系统的影响. 水生生物学报, 1997, **21**(3): 271-280.
- [5] 陈银瑞, 杨君兴, 李再云. 云南鱼类多样性和面临的危机. 生物多样性, 1998, **6**(4): 272-277.
- [6] 陈 锋, 陈毅峰. 拉萨河鱼类调查及保护. 水生生物学报, 2010, **34**(2): 278-285.
- [7] 杨汉运, 黄道明, 谢 山等. 雅鲁藏布江中游渔业资源现状研究. 水生态学杂志, 2010, **3**(6): 120-126.
- [8] 唐富江, 姜作发, 阿达可白克·可尔江等. 新疆乌伦古湖河鲈二十年来种群生长变化及原因. 湖泊科学, 2009, **21**(1): 117-122.
- [9] 杨达源. 长江三峡的起源与演变. 南京大学学报, 1988, **4**(3): 466-472.
- [10] 杨干荣. 湖北鱼类志. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1987.
- [11] 吴 强, 段辛斌, 徐树英等. 长江三峡库区蓄水后鱼类资源现状. 淡水渔业, 2007, **37**(2): 70-75.
- [12] 熊 飞, 李文朝, 潘继征等. 云南抚仙湖鱼类资源现状与变化. 湖泊科学, 2006, **18**(3): 305-311.
- [13] Baxter RM. Environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1977, **8**: 255-283.
- [14] Martinez PJ, Chart TE, Trammell MA *et al.* Fish species composition before and after construction of a main stem reservoir on the White River, Colorado. *Environmental Biology of Fishes*, 1994, **40**: 227-239.
- [15] 2007 年长江三峡工程生态与环境监测公报. <http://www.tgenviron.org>.
- [16] 2008 年长江三峡工程生态与环境监测公报. <http://www.tgenviron.org>.
- [17] 楼允东. 我国鱼类引种研究的现状与对策. 水产学报, 2000, **24**(2): 185-192.
- [18] 李家乐, 董志国, 李应森等. 中国外来水生动植物. 上海: 上海科学技术出版社, 2007.
- [19] 李振宇, 解 炎. 中国外来入侵种. 北京: 中国林业出版社, 2002.
- [20] 罗建仁. 警惕“食人鱼”等外来物种入侵. 广东水族, 2003, **3**: 65.
- [21] <http://www.ctgpc.com.cn>.
- [22] 李文祥, 陈永柏, 刘家寿等. 三峡水库渔业发展对策探讨. 人民长江, 2008, **39**(2): 5-7.
- [23] Fernando CH, Gurgel JJS, Moyou NAG. A global view of reservoir fisheries. *International Review of Hydrobiology*, 1998, **83**(special issue): 31-42.
- [24] 胡征宇, 蔡庆华. 三峡水库蓄水前后水生生态系统动态的初步研究. 水生生物学报, 2006, **30**(1): 1-6.
- [25] 张 远, 郑丙辉, 刘鸿亮. 三峡水库蓄水后的浮游植物特征变化及影响因素. 长江流域资源与环境, 2006, **15**(2): 254-258.
- [26] 龚望宝, 吴 朗, 程 飞等. 三峡水库太湖新银鱼春季和秋季繁殖群体的繁殖生物学特征比较. 水生生物学报, 2010, **34**(5): 1065-1068.
- [27] Kolar CS, Lodge DM. Ecological predictions and risk assessment for alien fishes in North America. *Science*, 2002, **298**: 1233-1236.
- [28] Clavero M, García-Berthou E. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 2005, **20**: 110.
- [29] <http://www.tgenviron.org>.
- [30] Yang B, Chen XY, Yang JX. Non-native carp of the genus *Cyprinus* in Lake Xingyun, China, as revealed by morphology and mitochondrial DNA analysis. *Biological Invasions*, 2011, **13**: 105-114.