

葛洲坝水利枢纽兴建后长江干流铜鱼和圆口铜鱼的繁殖生态*

刘乐和 吴国犀 王志玲

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 沙市 434000)

提 要

本文报道了葛洲坝水利枢纽兴建后, 长江干流铜鱼和圆口铜鱼的产卵场分布、产卵规模、产卵季节以及促使产卵的主要外界条件等。指出葛洲坝水利枢纽截流后, 大坝附近江段铜鱼产卵场的变化情况。分析和讨论了大坝对两种铜鱼的影响程度、两种铜鱼产卵与水文条件的关系及其资源的保护等问题。

关键词 枢纽, 干流, 铜鱼, 圆口铜鱼, 繁殖生态

铜鱼 *Coreius heterodon* (Bleeker) 和圆口铜鱼 *Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry) 是鲤科鲴亚科中两种体型较大的鱼类, 最大个体可达 3—4kg, 在长江水系分布广泛, 据以往四川省和近年来作者的调查, 两种铜鱼在长江上游的某些江段占总渔获量的二分之一以上, 是重要渔捞对象。它们含脂量高, 肉味鲜嫩肥美, 深受产地广大群众欢迎, 被列为上等食用鱼之一。

两种铜鱼是栖息于水流湍急的江河底层鱼类, 喜集群生活, 在流水中产漂流性卵, 产卵场主要分布于长江上游, 鱼卵顺水漂流孵化, 一部分漂流到中游以下江段的鱼苗, 在成长过程中逐渐向上游洄游。葛洲坝水利枢纽兴建后, 切断了它们的洄游通道, 使这部分补充群体受阻于坝下, 对上游两种铜鱼资源将产生何种影响, 需要调查。

两种铜鱼的生物学特性及在长江的资源状况, 先后有一些单位进行过调查研究^{[5-7, 9]1, 2)}。但是, 关于葛洲坝大坝截流后, 长江干流两种铜鱼产卵场的分布与规模及促使产卵的外界生态条件等未见详细报道。为了探讨大坝截流后对两种铜鱼的影响, 1981—1986年期间, 作者对两种铜鱼的繁殖生态作了进一步的研究。

* 参加野外调查工作的还有本所曹维孝(1983—1985)、王竹宣(1985—1986)、申 艳、王尊富(1983—1985)等以及华中农业大学水产系 1985 年毕业实习学生肖 智、姜 华, 1986 年毕业实习学生孟祥林、张寿康、余日清、瞿兴铨等, 作者一并致谢。

1) 四川省长江水产资源调查组四川大学、四川农学院小组, 1975。四川两种铜鱼的调查报告。

2) 四川省长江水产资源调查组, 1975。四川省长江水产资源调查资料汇编。

1987年10月19日收到。

材 料 与 方 法

野外调查是在坝下宜昌古老背(1981—1986),坝上万县武陵(1983—1984),金沙江下游的柏溪(1984)与屏山(1985—1986)4个江段进行。每个江段分别租用 40—160 马力机动船一艘进行断面和流动采集。调查方法与采集工具和以往调查基本相同^[3,7]。6 年共采集两种铜鱼鱼卵 6 976 粒,鱼苗 9 223 尾,并解剖测定了一批成熟亲鱼。

产卵场的位置分布

几年来在长江干流的郝穴、沙市、宜都、古老背、宜昌、万县、武陵、石宝寨、木洞、重庆、泸州、纳溪、江安、南溪、柏溪、屏山、绥江和新市镇等地解剖观察了大批铜鱼和圆口铜鱼的性腺,其中圆口铜鱼的成熟个体仅在宜宾以上江段采到,这与前人调查结果^{1,2)}以及当地渔民的反映基本一致,表明它的主要产卵场分布在宜宾至金沙江中游;而铜鱼的成熟个体在古老背至新市镇附近均可采到,它的产卵场应分布在宜昌至金沙江下游。

依据古老背、武陵、柏溪和屏山 4 个断面采集的 6976 粒两种铜鱼鱼卵材料,推算出长

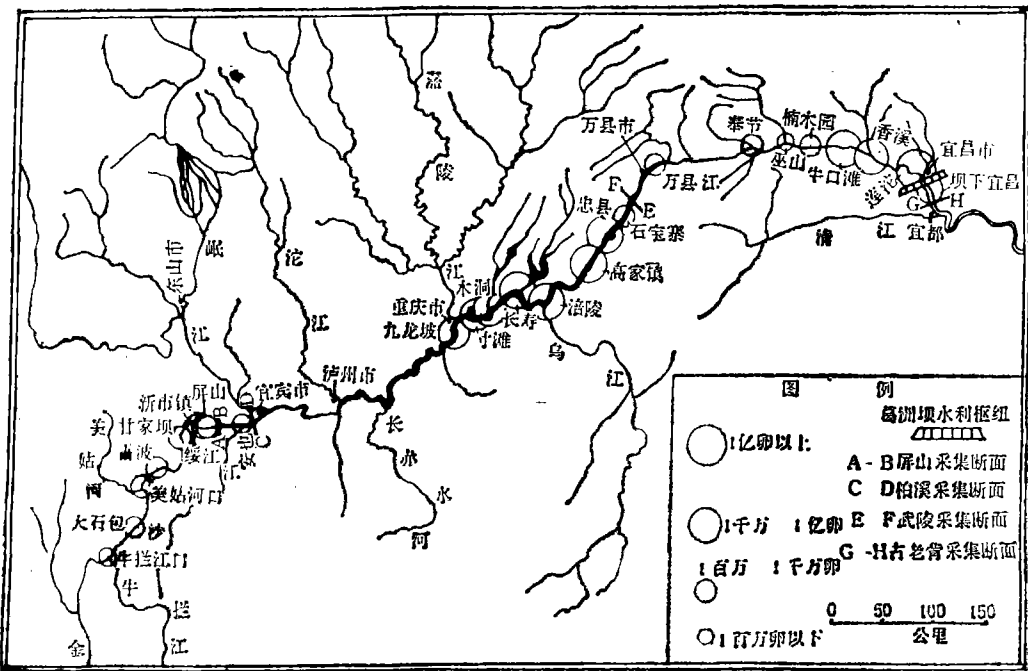


图1 长江干流上游两种铜鱼产卵场的分布

Fig. 1 The distribution of the spawning grounds of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* in the upper reaches of the Changjiang River

1,2) 同 205 页。

表 1 长江干流铜鱼和圆口铜鱼产卵场的分布

Tab. 1 The distribution of the spawning grounds of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* in the mainstream of the Changjiang River

江段 Reach	产 卵 场 The spawning grounds				距上产卵场公里数 The distance from the spawning ground above
	编 号 No.	名 称 Site	范 围 Range	公 里 km	
金沙江白鹤滩至宜昌虎牙滩	1	牛栏江口	牛栏江口上下	25	距离白鹤滩 30
	2	大石包	大石包上下	50	20
	3	美姑河口	美姑河口上下	20	33
	4	雷波	溪罗渡上下	27	10
	5	甘家坝	乘腰滩—冒水附近	39	12
	6	新市镇	潭家沱—大鲁溪	14	5
	7	绥江	绥江—龙桥	12	8
	8	屏山	新滩溪—楼东	27	7
	9	安边	向家坝—安边	7	8
	10	九龙坡	九龙坡—一珊瑚坝	19	374
	11	寸滩	寸滩—河口场	18	12
	12	木洞	木洞—下洛碛	22	14
	13	长寿	长寿—石家沱	15	16
	14	涪陵	李渡—珍溪	36	21
	15	高家镇	丰都—洋渡溪	37	28
	16	忠县	新生场—复兴场	26	10
	17	石宝寨	顺溪镇—西界沱	17	8
	18	万县	关刀碛—小舟溪	28	45
	19	奉节	罗家沱—黛溪	24	91
	20	巫山	迎水观—猫手石	23	14
	21	楠木园	碛石—官渡口	22	13
	22	牛口滩	牛口滩—洩滩	13	19
	23	香溪	秭归—青滩	14	7
	24	莲沱	庙河—黄猫	48.5	9.5
	25	坝下宜昌	大坝下—虎牙滩	23	5.3
合计白鹤滩—虎牙滩				1 426.3	

江上游 1 432 km 的干流内有两种铜鱼的主要产卵场 25 个,其中重庆以下的 15 个均为铜鱼产卵场(图 1,表 1)。

监测出的 25 个产卵场中有 9 个分布在金沙江下游一带,并指出了它们的分布范围与规模大小,弥补了以往资料的不足^{[5,9],2)}。三年来在金沙江下游的柏溪和屏山两个采集断面,共获得两种铜鱼鱼苗 3 272 尾,其中很大一部分鱼苗为鳃一室期,甚至有个别鱼苗已发育到腹鳍形成期。依据铜鱼和圆口铜鱼的胚前胚后发育期资料^[6],铜鱼从受精卵发育至鳃一室期一般要 6 天;圆口铜鱼要 7 天。1984—1986 年每年 5 月份屏山江段日平均流速为 1.14—2.38 m/s,屏山以上江段水流更湍急,流速更大些,据此推算不少鱼苗应来自

产卵场的产卵规模

依据 1984 年 4—6 月的统计,长江干流两种铜鱼的卵、苗量为 405 505 万。其中鱼卵 136 047.52 万粒,鱼苗 269 457.59 万尾。产卵规模在 1 亿粒以上的产卵场有高家镇、涪陵、长寿和莲沱 4 个,占当年总产卵量的 74.09%;1 千万—1 亿粒的产卵场 6 个;1 百万—1 千万粒的 13 个;一百万粒以下的 2 个(表 2)。

不同年份屏山、柏溪、武陵和古老背 4 个断面,两种铜鱼的卵、苗径流量都有较大变化(表 3)。1984—1986 年屏山和柏溪断面鱼卵径流量变动幅度为 0.3—1.4 亿粒,鱼苗径流量为 1.6—2.9 亿尾;武陵断面 1983—1984 年鱼卵径流量为 2.6—11.1 亿粒,鱼苗径流量为 7.6—7.9 亿尾;古老背断面 1981—1986 年鱼卵径流量为 1.2—5 亿粒,鱼苗径流量为 2.2—17.3 亿尾。从历年各个断面鱼卵径流量变动情况可看出,武陵以上江段的产卵规模最大,其次是古老背至万县江段,而屏山或柏溪以上江段相对较小。

表 3 不同年份断面两种铜鱼的卵、苗径流量 (单位:万粒,万尾)

Tab. 3 Amount of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* eggs and fry in various years and sections

断面 Section 年份 Years	屏 山 Bingshan		柏 溪 Baixi		武 陵 Wuling		古 老 背 Gulaobei	
	卵径流量 Amount of eggs	苗径流量 Amount of fry	卵径流量 Amount of eggs	苗径流量 Amount of fry	卵径流量 Amount of eggs	苗径流量 Amount of fry	卵径流量 Amount of eggs	苗径流量 Amount of fry
1981							22 115.55	
1982							12 210.18	55 584.95
1983					26 533.29	76 523.66	12 992 01	144 007.61
1984			3 061.76	16 365.2	111 442.76	79 744.99	21 543.00	173 347.40
1985	9 332.09	29 237.80					50 255.09	38 475.00
1986	14 298.09	26 505.79					42 641.87	22 685.25

产卵季节和促使产卵的条件

(一) 产卵季节

长江流域受季风影响,全年降雨量分布不均,有明显的季节性。两种铜鱼长期适应了这种有规律的变化,产卵也具有季节性。根据几年实地观测,长江干流两种铜鱼的产卵期在 4 月初至 7 月初,历时 3 个月。但干流各个产卵江段因水温差异,产卵开始和结束也不同。以 1984—1986 年 4—6 月屏山与宜昌两江段相比,屏山江段每年的产卵活动于 4 月上旬开始,产卵盛期出现在 4 月中旬至 5 月上旬,5 月下旬后产卵基本结束(1984 年 5 月 28 日、1985 年 5 月 30 日、1986 年 5 月 30 日);而宜昌江段一般 4 月 20 日前后才开始产卵(1984 年 4 月 23 日、1985 年 4 月 18 日、1986 年 4 月 21 日),产卵盛期在 4 月下旬至 5 月中旬,正常年份产卵活动终止于 6 月上中旬,个别年份可延长到 7 月初(1981 年为 7 月 1 日)。屏山与宜昌两江段产卵期可相差 15 至 20 天。

(二) 促使产卵的条件

水温 水温是两种铜鱼产卵条件中的主要因素之一。依据产卵场上的观测, 产卵最低水温为 17℃, 低于 17℃ 时未见产卵活动发生。产卵盛期的水温为 19—22℃, 产卵结束时的水温在 25℃。

产卵活动与水位的关系 江河涨水实际上包含着流量增大、流速加快、透明度减小以及流态紊乱等一系列水文因素变化的过程。依据几年来在 4 个江段采集获得的鱼卵材料表明, 流速适当改变是促使两种铜鱼产卵排精的主要外界条件之一。当产卵江段水温达到 17℃ 以上, 只要水位适当改变即可起到刺激两种铜鱼产卵排精的作用。值得指出的是, 不仅水位上涨(流速增大)可促使产卵, 在退水过程中(流速减小)也可促使产卵, 个别情况下甚至出现旺产(1986 年 5 月 4 日宜昌江段)。

下面从两个具体产卵江段上的水位变动情况, 分析铜鱼的产卵活动

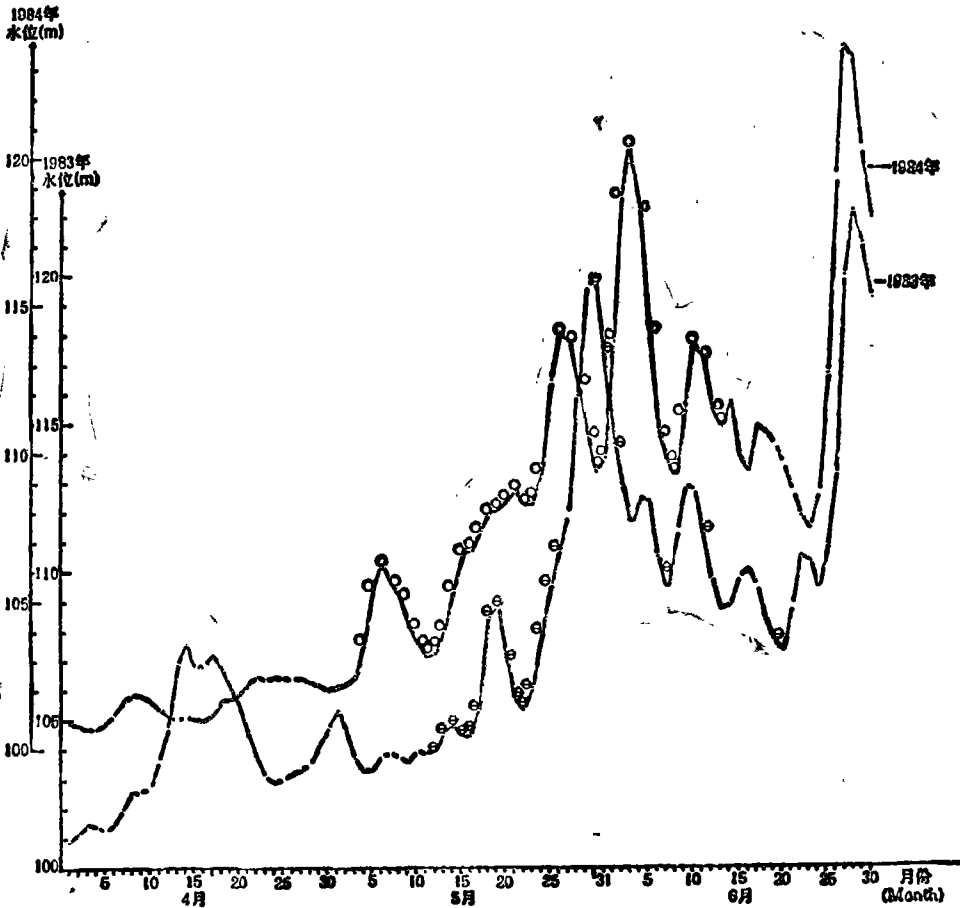


图2 武陵江段水位变化与铜鱼产卵的关系

Fig. 2 The relationship between the fluctuation in the water level and the spawning of *Coreius heterodon* in the Wuling section

○ 不同年度的产卵日期

The spawning period in the different years

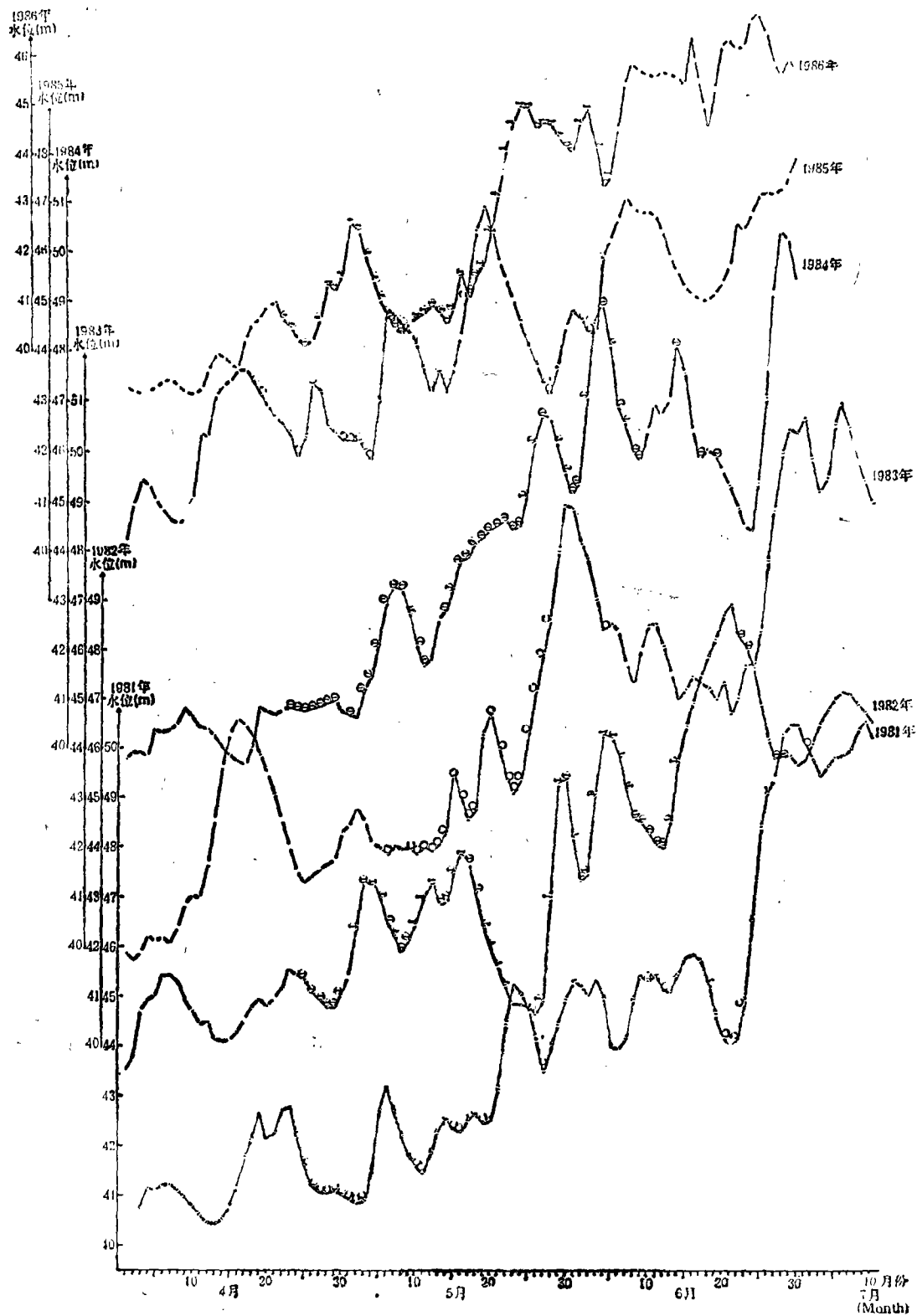


图3 宜昌江段水位变化与铜鱼产卵的关系

Fig. 3 The relationship between the fluctuation in the water level and the spawning of *Coreius heterodon* in the Yichang section



不同年度的产卵日期

The spawning period in the different years

武陵产卵江段 1983—1984 年的 4—6 月份，在万县武陵地区每年均出现过 5 次较大的涨水过程。从 5 月初至 6 月中采集的鱼卵材料证实，每当水位上涨就出现不同程度的产卵，而退水时产卵活动仍在进行，鱼卵“发江”和“断江”现象也不明显(图 2)。

宜昌江段产卵场 依据宜昌水文站 1981—1986 年资料，每年 4—6 月该江段较大的水位涨落有 7—8 次。莲沱和坝下宜昌两个产卵场从 4 月下旬起，每当江水上涨就可出现铜鱼产卵，退水时产卵活动仍继续，个别情况还出现过旺产。鱼卵无明显“发江”与“断江”现象(图 3)。

由此可见，两种铜鱼产卵对外界水文条件的要求没有 4 种“家鱼”那样严格。

大坝截流后附近江段铜鱼产卵场的变化

产卵场位置的改变 葛洲坝水利枢纽截流前，坝上原宜昌产卵场分布在三斗坪至黄猫，原太平溪产卵场在周家沱至太平溪，宜昌以下的长江干流未曾发现产卵场^[9]。大坝截流后，宜昌和太平溪两个产卵场合并在一起，莲沱附近为产卵场中心，范围扩大到庙河至黄猫，现称莲沱产卵场。在水库蓄水的头两年，莲沱产卵场的中心位置上移，1985 年后中心位置又向坝前靠近，特别是 1986 年下移更明显。同时，在坝下至虎牙滩已形成了新的产卵场。

产卵场规模的变化 葛洲坝水利枢纽截流前，库区各个铜鱼产卵场的规模未见报道。现将大坝截流后几年的产卵规模变动列入表 4。

表 4 葛洲坝枢纽截流后大坝附近产卵场的产卵量变化 (单位: 万粒)
Tab. 4 Changes in the egg production at the spawning grounds near the dam after the damming

产卵量③ 年份① 产卵场②	1981	1982	1983	1984	1985	1986
莲 沱④	19 218.16	8 564.88	10 653.53	15 459.86	41 979.24	33 375.03
坝下宜昌⑤	1 910.76	1 162.13	338.92	174.43	1 177.12	3 243.44
万县至古老背江段总 产卵量⑥	22 115.55	12 210.18	12 992.01	21 543	50 255.09	42 641.87

① Years; ② Spawning grounds ③ Egg production amount ④ Liantuo ⑤ Yichang below the dam ⑥ Egg production amount in the section from Wanxian to Gulaobei

由表 4 可看出，贴近大坝的莲沱产卵场，产卵规模在截流后的头两年，特别是 1982 年明显减小，随后又逐渐增大，1985 年比 1981 年增大一倍多；从整个库区江段的总产卵量看，也是截流后的头两年减小，随后又呈增大趋势，这与前人预测的结果相反^[9]。1981 年大坝截流后，坝下新形成的铜鱼产卵场，每年都有一定的产卵规模，而且呈逐步增大趋势。

讨 论

(一) 葛洲坝水利枢纽对两种铜鱼的影响问题

葛洲坝水利枢纽是一座低水头径流式电站,库容小,洪峰调蓄作用差,关闸蓄水后坝上库区积水仍呈流动状态,根据宜昌和万县两个水文站建坝前、后多年的资料分析¹⁾,除贴近大坝上下江段的水文状况发生变化外,库区上游和大坝以下的中、下游水文条件均无改变,仍保持建坝前的状况。因此,大坝对两种铜鱼的主要影响是:①阻隔了它们的洄游通道。包括中、下游的上溯补充群体受阻于坝下和上游孵出的鱼苗阻隔滞留在库区两个方面。由于前者不受外界条件变化的影响,大坝的阻隔程度大,而后者常受当年外界水文状况、电站运行调度以及鱼苗本身活动能力等影响,大坝的阻隔程度相对要小。在大坝截流后的头两年,因大批补充群体受阻坝下,坝上补充群体减少,3—4年后,滞留在库区的鱼苗发育长大,坝上的补充群体数量又开始相应提高,这与近年坝上库区江段的产卵规模逐步增大相一致。②改变了大坝附近江段的产卵场位置。关闸蓄水后,水库迴水区仅抵达巴东至奉节间,因而对圆口铜鱼的产卵场无直接影响,但使原宜昌和太平溪两个铜鱼产卵场的位置发生改变,产卵中心移到莲沱上下,合并成莲沱产卵场。在坝下至虎牙滩形成了新的产卵场,表明铜鱼产卵时对外界条件变化的适应性较强。③对鱼卵、鱼苗在下泄过程中的机械损伤。国内外曾有鱼苗通过水轮机和泄水闸时存在死亡可能性的报道。而两种铜鱼卵、苗通过大坝下泄时的伤害程度,我们未作专题调查,但下泄时造成的死亡,必将影响长江两种铜鱼资源。

(二) 促使两种铜鱼产卵的水文条件问题

铜鱼和圆口铜鱼产卵,除内在生理因素外,还要求一定的外界水文条件。在产卵季节,只要水温达到 17℃ 以上,涨水及退水均可产卵,没有“发江”和“断江”现象,表明它们对外界条件的要求并不十分严格。分析原因,是由于两种铜鱼终年栖息于河道流水环境中,形成了对环境条件的独特适应性,产卵江段的流速均可满足两种铜鱼的鱼卵在流水中漂流孵化之故,这与平时栖息在湖泊、河湾等缓流或静水水体中生长、发育,性成熟后才洄游到江河流水中产卵的鲢、鳙等主要饲养鱼类不同,后者产卵时要求水流刺激较为严格。

(三) 葛洲坝水利枢纽兴建后两种铜鱼的保护问题

两种铜鱼是长江上游的重要经济鱼类,不仅分布范围广,而且产量高,对它们的资源保护十分重要。

大坝兴建后,被阻于坝下的铜鱼能在坝下江段成熟产卵,因此,对聚集在宜昌江段的铜鱼必须加强保护,以保证坝下江段新形成的产卵场有足够数量的产卵群体,以增殖坝下江段的铜鱼资源。圆口铜鱼能否在坝下江段成熟产卵的问题,据我们几年的调查还未曾发现,有待今后进一步调查研究。坝上江段两种铜鱼的产卵受大坝影响并不明显,但目前上游各江段大量捕捉两种铜鱼幼鱼的现象相当普遍,更为严重的是产卵季节在产卵场上过度捕捉亲鱼,资源受到明显破坏。因此,有关部门必须在产卵江段和幼鱼集中的水域加

1) 葛洲坝水利枢纽截流后长江水文状况变化的初步调查(作者手稿)。

强繁殖保护工作,根据国家颁布的水产资源繁殖保护条例,制定出切实可行的具体措施与办法,使长江的两种铜鱼资源得到恢复和发展。

参 考 文 献

- [1] 中国淡水养鱼经验总结委员会,1973。中国淡水鱼类养殖学(第二版)。科学出版社。
- [2] 刘乐和、吴国犀、曹维孝、王志玲,1986。葛洲坝水利枢纽兴建后对青、草、鲢、鳙繁殖生态效应的研究。水生生物学报,10(4): 353—364。
- [3] 刘乐和、吴国犀、邱顺林,1979。赣江鲢鱼产卵场调查。淡水渔业,(3): 6—10。
- [4] 伍献文等,1977。中国鲤科鱼类志,下卷。上海人民出版社。
- [5] 许蕴珩、邓中彝、余志堂、魏祥健,1981。长江的铜鱼生物学及三峡水利枢纽对铜鱼资源的影响。水生生物学集刊,7(3): 271—294。
- [6] 余志堂、梁秩桑、易伯鲁,1984。铜鱼和圆口铜鱼的早期发育。水生生物学集刊,8(4): 371—388。
- [7] 周春生、梁秩桑、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。水生生物学集刊,7(2): 175—188。
- [8] 易伯鲁、梁秩桑,1964。长江家鱼产卵场的自然条件和促使产卵的主要外界因素。水生生物学集刊,5(1): 1—15。
- [9] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室,1976。长江鱼类。科学出版社。

REPRODUCTION ECOLOGY OF *COREIUS HETERODON* (BLEEKER) AND *COREIUS GUICHENOTI* (SAUVAGE ET DABRY) IN THE MAINSTREAM OF THE CHANGJIANG RIVER AFTER THE CONSTRUCTION OF GEZHOUBA DAM

Liu Lehuo Wu Guoxi and Wang Zhiling

(Changjiang Fisheries Institute, Chinese Academy of Fisheries sciences, Shashi 434000)

Abstract

Coreius heterodon and *C. guichenoti* are widely distributed in the Changjiang River basin and have long been the most valuable commercial fishes in the upper reaches of the river. They inhabit running waters and produce drifting eggs. The spawning grounds are mainly distributed in the upper reaches of the Changjiang River. Some of the eggs and fry are drifted down to the middle and lower reaches of the river, where they develop and grow. When they grow to a certain size, they ascend to the upper reach to spawn. Since the construction of the Gezhouba Dam, their migration route has been interrupted. In order to assess the effect of damming on the breeding and stock resources of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* in the upper reaches of the Changjiang River, a survey was made from 1981 to 1986. The results are summarized as follows:

1. There are 25 spawning grounds of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* within the course of 1432 km in the upper reaches of the mainstream of the Changjiang River. Among them nine are in the section above Yibing, sixteen in the section between Yibing and Yichang. The distribution of the spawning grounds of *Coreius guichenoti* is limited to the section above

Chongqing, and that for *C. heterodon* in the section above Yichang.

2. According to the data in 1984, the number of eggs and fry of these two fishes in the mainstream of the Changjiang River was estimated to be 4.055 billion.

3. In the mainstream of the Changjiang River, the spawning of *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* take place from April to early July. Due to the difference in water temperature, the spawning period is different in different sections. At Bingshan, spawning may occur in early April and is basically terminated by late May. At Yichang, spawning does until late April and is terminated by middle June. The fishes begin to spawn when the water temperature reaches 17°C, whereas temperatures of 19—22°C are the most favorable spawning ends, when the water temperature reaches 25°C. In the breeding season, a suitable change in the water current velocity will induce the ripe fish to spawn simultaneously. The spawning activity occurs not only when the water level rises, i.e., the the current velocity increases, but also when the water level falls. This indicates that hydrological conditions needed for the spawning by these two fishes are not very strict.

4. After damming at Gezhouba, the original Yichang and Taipingxi spawning grounds near the dam have merged into the Liantuo spawning ground. In the first two years following the impounding of the reservoir, the centre of this spawning ground moved upstream and the number of eggs laid by these two fishes decreased in the reservoir area near the dam. The fry of *Coreius heterodon* were blocked by the dam and they grew and matured in the reservoir area. As a result, there has been a notable increase in the size of the spawning population. In 1985, the centre of the Liantuo spawning ground above the dam moved towards the dam again. This trend was particularly apparent in 1986. The egg production also increased. *Coreius heterodon* blocked by the dam can grow and develop normally at Yichang below the dam, where a new spawning ground has been formed.

From the analysis of the survey results, the authors believe that the main impacts of the damming on *Coreius heterodon* and *C. guichenoti* are as follows.

The dam prevents the migrations of the recruiting population below the dam and the fry above the dam; the distribution of the spawning grounds in areas near the dam; and the spawning scale have changed; and the sluice gates of the dam may injure some fish eggs and fry. Measures were proposed for the protection of the spawning grounds of these two fishes in this river.

Key words Damming, Changjiang River, *Coreius heterodon*, *C. guichenoti*, Spawning