

Studies on the Technology of Artificial Domestication and Reproduction of *Barbodes fuxianensis*

Sichun Zhang¹, Youcun Zhang¹, Liliang Xia², Chunyong Wang³, Chongbao Yang⁴, Jun Peng^{5*}, Mao Huang⁵

¹Jiangchuan Aquaculture Technological Promotion Station, Jiangchuan County, Yunnan

²Yuxi Aquaculture Technological Work Station, Yuxi

³Tonghai Aquaculture Technological Work Station, Tonghai County, Yunnan

⁴Yuxi Paleoecological Schizothorax Taliensis Scientific Research and Conservation Center, Yuxi

⁵Kunming Aquatic Products Research Institute, Kunming

Email: jcscz1234@126.com, 705257922@qq.com, *806067524@qq.com

Received: Feb. 2nd, 2014; revised: Mar. 3rd, 2014; accepted: Mar. 13th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Since 2003, the protospecies of *Barbodes fuxianensis*, collected from their patria Fuxian Lake, have been domesticated and bred at Yuxi Paleoecological Schizothorax Taliensis Scientific Research and Conservation Center. In 2009, for the first time, *Barbodes fuxianensis* with well developed gonad were used to research the technology of artificial domestication and reproduction of *Barbodes fuxianensis*. Two methods have been adopted in the research-simulating natural ecological environment for *Barbodes fuxianensis* to reproduce: artificially injecting hormone to induce spawning and using dry method of artificial fertilization. The former method has not succeeded so far, while fertilized eggs (whose fertilization rate was over 70%) were obtained in 2009 by injecting luteinizing hormone to release hormone analogue and using the dry method of artificial fertilization. Hydrostatic incubation in outdoor incubator and hydrostatic incubation in indoor incubator have made the hatchability of fertilized eggs over 85%, indicating that the artificial propagation of *Barbodes fuxianensis* has succeeded. During the past five years, all the artificial propagation experiments which used the same technology have achieved success. In 2013, the first filial generation of *Barbodes fuxianensis*, artificially bred in 2009, has matured sexually and reproduced the second generation successfully.

Keywords

Barbodes fuxianensis, Domestication, Artificial Reproduction, Technical Study

*通讯作者。

抚仙四须鲃人工驯养繁殖技术研究

张四春¹, 张友存¹, 夏黎亮², 王春勇³, 杨崇保⁴, 彭 军^{5*}, 黄 茂⁵

¹江川县水产技术推广站, 云南省江川县

²玉溪市水产工作站, 玉溪

³通海县水产工作站, 云南省通海县

⁴玉溪市古生态抗浪鱼科研保护中心, 玉溪

⁵昆明市水产科学研究所, 昆明

Email: jcscz1234@126.com, 705257922@qq.com, 806067524@qq.com

收稿日期: 2014年2月2日; 修回日期: 2014年3月3日; 录用日期: 2014年3月13日

摘 要

2003年起在抚仙四须鲃(*Barbodes fuxianensis*)的原产地抚仙湖中采集抚仙四须鲃原种, 于抚仙湖岸玉溪市古生态抗浪鱼科研保护中心经池塘人工驯养、培育, 2009年首次利用性腺发育成熟的抚仙四须鲃亲鱼, 分别采取模拟自然生态条件和人工注射激素催产、干法授精两种方法开展抚仙四须鲃繁殖技术研究。模拟自然生态条件繁殖技术研究至今尚未取得成功; 人工注射激素催产、干法授精繁殖技术研究, 采取注射促黄体生成素释放激素类似物(LRH-A2) + 马来酸地欧酮(DOM)进行人工催产、干法授精, 2009年即获得受精卵, 受精率达70%以上, 受精卵采用室外孵化箱池塘静水孵化和室内孵化盆静水孵化, 孵化率均达85%以上, 人工繁殖获得成功。2009年至今5年采用相同技术开展人工繁殖均取得成功, 其中2009年人工繁殖的子一代鱼苗通过精心培育, 2013年达到性成熟, 成功繁殖出子二代鱼苗。

关键词

抚仙四须鲃, 驯养, 人工繁殖, 技术研究

1. 引言

抚仙湖是中国第二深淡水湖, 最大水深 158.9 m, 蓄水量 206.2 亿 m³, 占云南省九大高原湖泊水资源蓄水总量的 72.8%, 占全国淡水资源蓄水总量的 9.16%, 鱼类资源种类丰富。抚仙四须鲃作为抚仙湖著名的土著鱼类之一, 本世纪初开始种群数量明显减少, 引起玉溪水产工作站和江川县水产技术推广站的高度重视, 2003年起组织有关人员收集野生抚仙四须鲃, 在抚仙湖西岸玉溪市抚仙湖古生态抗浪鱼科研保护中心开展池塘人工驯养, 继而在 2009年起利用性成熟的抚仙四须鲃连续五年开展人工繁殖技术研究。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

本研究试验材料抚仙四须鲃(*Barbodes fuxianensis*), 原种收集均为抚仙湖捕捞所获, 2003年~2009年先后共收集个体大小不等抚仙四须鲃原种 200 尾, 经人工驯养培育获得亲本 36 尾。

抚仙四须鲃隶属鲤形目(Cypriniformes), 鲤科(Cyprinidae), 鲃亚科(Barbinae), 四须鲃属(*Barbodes* Bleeker), 地方名: 海心马鱼[1]。仅分布于抚仙湖, 是抚仙湖特有土著鱼类。个体较大, 属中型鱼类[2]。

2.1.1. 生物学性状

生活时体色黄绿色，体侧每一鳞片的中部具一新月形黑斑。背鳍鳍条间膜深黑色，其余各鳍浅灰色。除头部外身体的其余部分被中型鳞片。侧线完全。腹鳍基部具腋鳞。背鳍基部具浅的鳞鞘。鳔 2 室，前室较粗，后室较长。腹膜银白色。体侧扁，中等延长。背、腹缘轮廓线均呈浅弧形。头中等大，侧扁[1]。

2.1.2. 食性

抚仙四须鲃以浮游动物为主食，喜欢摄食大、中型浮游动物，其中绝大部分为大型的薄皮蚤和虾的幼体等。食物中偶尔可见抚仙高原鳅[2]。

2.1.3. 繁殖习性

抚仙四须鲃属砾石产卵类型的鱼类，产沉性卵，受精卵在砾石间隙中孵化，产卵时间集中于每年的 5~7 月。抚仙四须鲃的繁殖力如下：体长 271~288 mm 的四龄鱼，其绝对繁殖力为 24090~28700(26395)粒，相对繁殖力为 66~73(70)粒/g·体重；体长 295~306 mm 的七龄鱼，其绝对繁殖力为 23700~31160(27430)粒，相对繁殖力为 42~51(46)粒/g·体重[2]。

2.1.4. 年龄和生长

抚仙四须鲃随着年龄的增长，体长增长的速度逐渐减慢。在一龄时增长最快，平均达 66.2 mm，此后年体长增长在 30.7~42.1 mm 之间。最大个体体长约 300 mm[2]。

2.2. 技术研究方法

抚仙四须鲃与云南倒刺鲃同属一个亚科，在抚仙湖中产卵时间相近，都属于夏季产卵鱼类，卵的类型相同，都属于微粘沉性卵，因而技术研究方法参照云南倒刺鲃的人工驯养繁殖技术研究方法，根据其生物学特性，驯养方法略有不同[3]。

2.2.1. 人工驯养与亲鱼培育

1) 驯养池的准备：驯养池为 8 m(长)×6 m(宽)×1.2 m(深)排灌自如的水泥池，一方用石棉瓦沿池边延伸进鱼池 1.3 m，搭建 1 个面积约 6 m²的遮阳棚，用石块、空心砖等在水下堆积成空心假山，鱼可自由出入，底部铺撒抚仙湖中打捞的湖砂，模拟自然生态环境，为抚仙四须鲃创造隐蔽、安静的环境[4]。

2) 人工驯养与培育方法：将采集到的抚仙四须鲃原种用 4% 的食盐水侵洗消毒后，投放到模拟自然生态的驯养池中，尝试投喂各种饲料，坚持“四定”投喂；认真观察，精心照料，每天上午 9:00 时和下午 16:00 时，投喂鲤鱼颗粒饲料及谷物、麦子等粮食，开始时按鱼体重量 1%~2% 进行投喂，以后逐步增加投喂量，待亲鱼适应池塘环境，能主动摄食时，将投喂量增加到 3%~8%，随后投喂的饲料以谷物、麦子等粮食作物为主，适当投喂少量配合饲料[4]。

3) 日常管理：刚采集到的抚仙四须鲃放入驯养池后，由于环境的改变，很容易受惊在水中乱窜，放养后 15 天内易受伤、发病、食欲不振，死亡率较高。因此，要注意保持驯养池周围环境安静，驯养池搭建适当的遮阳物，增加隐蔽性，尽可能避免鱼受惊；驯养过程中经常注入抚仙湖水改善水环境，每周应加注湖水 2~4 次，定期泼洒消毒药物，投喂维生素 C 等增强抵抗力的药物，起到预防鱼病的作用。

2.2.2. 人工繁殖技术方法

人工繁殖分二组进行平行试验研究。一组为模拟自然生态条件繁殖法，二组为人工注射激素催产、干法授精繁殖法。

1) 模拟自然生态条件繁殖法繁殖池中用石块、空心砖等在水下堆积成空心假山，鱼可自由出入，上部搭建石棉瓦遮阳棚，底部铺撒抚仙湖中打捞的湖砂，模拟自然繁殖的生态环境，进入繁殖季节前将亲

鱼放入池中，经一段时间适应进入繁殖季节之后采取流水刺激，观察抚仙四须鲃能否在模拟自然生态条件下自然繁殖产卵。

2) 人工注射激素催产、干法授精繁殖法

a) 亲鱼选择：选择体质健壮、无病无伤，性腺发育良好的亲鱼进行人工催产。性成熟的抚仙四须鲃体色由原来的黄绿色变得黄色加深，雌、雄较易分辨，雌鱼腹部膨大，偶见卵巢轮廓，泄殖孔微红，触摸腹部，手感有一定的饱满柔软度。雄鱼吻部白色珠星明显，手摸有明显的刺突，轻压腹部即有白色浓稠的精液流出。

b) 催产时间：参照抚仙四须鲃在抚仙湖中自然繁殖的时间，2009年~2013年每年的5~9月进行了多次人工催产试验研究，不同年份催产的月份略有不同，6~8月为人工催产主要季节。

c) 催产方法：采用促黄体生成素释放激素类似物(LRH-A2)、马来酸地欧酮(DOM)作为催产激素。雌鱼采用二次注射法，第一次注射LRH-A2，剂量为6~12 ug/kg；第二次注射LRH-A2 + DOM，剂量为LRH-A2 3~6 ug + DOM 3~5 mg/kg；间隔时间10~12小时。雄鱼视亲鱼成熟情况在雌鱼第二次注射时采取适当减少剂量、剂量减半的一次注射法进行催产，或不注射。注射部位为胸腔。

d) 人工授精：亲鱼注射激素后，放入事先准备好的产卵池，一半加盖黑色的塑料遮阳网，保持环境安静，半小时后用流水刺激1~2小时，之后间隔3小时用流水刺激一次。时刻注意观察，发现有发情产卵迹象，即可进行人工授精。本研究2009年至今已对抚仙四须鲃进行多次人工繁殖，均没有观察到很明显的发情现象，经反复研究抚仙四须鲃催产效应时间一般为12~18小时，催产后14~16小时进行人工授精较为适宜，雄鱼精液易获得，性腺发育好的雌鱼到效应时间卵也可顺利挤出。人工授精方法同其他家鱼，没有特殊要求。

e) 受精卵孵化：人工授精获得的受精卵经清洗、去除杂质，防霉消毒后，采用室外置于40目网箱中孵化池遮阴孵化和室内大盆孵化二种孵化方式对比孵化效果，经观察二者孵化效果差别不大。水温21℃~25℃时受精卵经55~82小时孵化出膜。

3. 技术研究结果

3.1. 人工驯养与亲鱼培育结果

2003年~2009年先后从抚仙湖收集抚仙四须鲃原种200尾，经过人工驯养与精心培育，到2009年培育成性成熟抚仙四须鲃亲本群体36尾，为开展人工繁殖技术研究奠定了较好基础。2009年首次人工繁殖获得的0.8万尾抚仙四须鲃鱼苗，经过精心饲养和培育，2013年已形成360尾性成熟后备亲鱼群体，为扩大抚仙四须鲃人工繁殖规模，增加抚仙湖放流抚仙四须鲃，发展抚仙湖周边人工养殖抚仙四须鲃，奠定了坚实基础。

3.2. 人工繁殖结果

3.2.1. 模拟自然生态条件繁殖法

通过5年反复观察研究，未观察到发情产卵迹象，模拟自然生态条件繁殖没有取得成功。

3.2.2. 人工注射激素催产、干法授精繁殖法

2009年~2013年5年间开展了多次抚仙四须鲃人工繁殖技术研究，人工繁殖时间为每年5月~9月，5月进行人工繁殖可获得受精卵，但由于水温较低(通常10℃~20℃)胚胎发育至原肠中期停止发育，不能顺利孵化，6月~9月水温适宜，期间均能顺利进行人工繁殖。2009年~2013年5年人工繁殖结果见表1。受精卵孵化：抚仙四须鲃的卵无粘性呈金黄色，卵径比一般家鱼卵略大，吸水后65粒/ml；水温22~25℃

Table 1. A statistical table of artificial propagation from 2009 to 2013

表 1. 2009 年~2013 年人工繁殖统计表

时间	水温 (°C)	亲鱼 数量	排卵 鱼数	催产率 (%)	受精卵数 (万粒)	受精率(%)	孵化率(%)	孵化鱼苗 (万尾)	
2009 年	5 月 26~27 日	10~20	17	3	17.6	75	0		
	7 月 23~24 日	21.5~22	3	1	33	1.49	95	85	0.8
	8 月 1~2 日	23~26	17	3	17.6	95	60		
2010 年	7 月 1~2 日	28~30	45	16	35	9	80	70	6.4
2011 年	8 月 1~2 日	24~26	20	9	45	10	90	60	7
	9 月 5~6 日	23~25	23	3	13		60	75	
2012 年	6 月 7~8 日	23~26	18	4	22	8	80	75	5.7
	7 月 21~22 日		56	18	32		90	81	
2013 年	8 月 28~29 日	25.5~26.5	186	21	11	10	90	80	8
	合计		385	78	20	38.49			27.9

时，孵化出膜时间 55~82 小时。孵化出膜时间随水温升高而缩短，室内孵化出膜时间较室外长 13 小时以上。

4. 分析与讨论

4.1. 人工繁殖取得成功

从以上人工繁殖结果看，采用人工注射激素催产、干法授精繁殖法进行抚仙四须鲃人工繁殖，2009 年~2013 年每年都取得较好效果，通常受精率达 80%~90%，孵化率达 60%~80%，5 年共计繁殖抚仙四须鲃鱼苗 27.9 万尾，初步形成规模化生产，为恢复和增加抚仙湖抚仙四须鲃种群数量探索出有效途径，同时已得到实际应用。对保护和恢复抚仙湖土著鱼物种资源具有重要的社会、经济和生态效益。

4.2. 取得抚仙四须鲃较为成熟的人工驯养技术，形成了较规范操作程序

十年来通过不断摸索和总结，初步掌握了抚仙四须鲃人工驯养和亲本培育技术及管理经验，原种收集、人工驯养、亲本培育等主要环节形成较规范操作程序，亲本群体由原种经人工驯养培育的原始亲本群体 36 尾扩大到二代亲本群体 360 尾，且具有培育后备亲本的扎实苗种基础。

4.3. 人工繁殖中存在的技术难点及应对措施

抚仙四须鲃性腺发育成熟度差异较大，人工繁殖存在亲鱼选择难掌握的问题，从人工繁殖结果表 1 可以看出，五年进行的多次人工繁殖，催产率都很低，通常为 11%~35%，最高的也仅为 45%，说明所选催产亲鱼性腺发育成熟度差异较大，造成催产率低。出现这种情况的原因一是可能亲鱼人工培育过程中饲料的配伍不合理，不能有效促进抚仙四须鲃性腺发育；二是培育池环境条件不能完全达到抚仙四须鲃性腺发育的要求。应对措施：一是亲鱼培育过程中秋冬季投喂蛋白质和脂肪含量较高的饲料，可能的情况下增加活饵的投喂，开春后在保证蛋白质的同时，增加适口细小的谷物类饲料，促进性腺发育；二是

进一步观察研究抚仙四须鲃自然繁殖习性，改善培育池环境条件，使抚仙四须鲃的生活环境更加有利于促进其性腺发育。

参考文献 (References)

- [1] 褚新洛, 陈银瑞 (1989) 云南鱼类志. 科学出版社, 北京, 149-157.
- [2] 杨君兴, 陈银瑞 (1995) 抚仙湖鱼类生物学和资源利用. 云南科技出版社, 昆明, 64-70.
- [3] 张四春, 夏黎亮, 张友存, 等 (2013) 云南倒刺鲃人工驯养繁殖技术研究. *现代农业科技*, **3**, 273-275.
- [4] 张四春, 张友存, 杨崇保 (2010) 抚仙湖四须鲃的人工驯养繁殖试验. *云南水产*, **2**, 15-17.