

褐毛鲢全人工繁殖技术研究

陈朴贤, 曾志南

(福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

摘要: 为了掌握褐毛鲢(*Megalonibea fusca*)繁殖生物学特性并突破全人工繁殖技术, 作者介绍了1998~2002年项目实施期间, 对褐毛鲢的性成熟年龄、生殖季节、产卵水温、性腺发育与性周期、产卵类型与产卵量、室内产卵池催产、海上网箱催产、亲鱼产卵率、受精率、催产激素与剂量、全人工繁殖技术等所做的研究, 讨论和总结了褐毛鲢亲鱼的强化培育, 人工催产的方法与措施。

关键词: 褐毛鲢(*Megalonibea fusca*); 全人工繁殖; 人工催产; 繁殖生物学

中图分类号: S961 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2013)04-0057-08

褐毛鲢(*Megalonibea fusca*)属石首鱼科(Sciaenidae), 毛鲢鱼新属(*Megalonibea*), 是著名鱼类学家朱元鼎教授等^[1]命名的新种。为近海暖温性底层大型鱼类, 成鱼一般体质量30~50 kg, 最大个体可达80~100 kg(图1)。其鲢为极名贵的上等滋补品, 浙江一带历史上每千克褐毛鲢鱼鲢价格为3~5万元, 并流传一句俗语:“木槿充黄官”, 褐毛鲢鱼在温州、舟山一带俗称“木槿”、“网槿”。“黄官”即黄唇鱼, 民间一个黄唇鱼鲢售价数十万元, “木槿”能够充“黄官”, 可见其价值品位之高。在浙江沿海褐毛鲢之价值品位仅次于黄唇鱼, 具有重要的经济价值。



图1 褐毛鲢

Fig.1 *Megalonibea fusca*

褐毛鲢为中国极少数的大型鱼类之一, 自然海区资源十分稀少, 近几十年来已几乎绝迹, 是中国珍稀名贵的濒危鱼种。关于褐毛鲢的繁殖生物学、

育苗生物学、养殖生物学等基础生物学研究, 人工繁殖技术研究在国内外均处于空白。1998年福建省水产研究所在宁德市进荣水产开发有限公司育苗场开展褐毛鲢人工繁殖和育苗在国内外首获成功, 自1998年5月4日~7月2日在室内水泥池共培育出两批变态完成的幼鱼 6.667×10^5 尾, 其中第一批平均全长分别为32.5 mm和37.5 mm的幼鱼 8.68×10^4 尾于6月11日通过了福建省水产厅组织的专家组验收, 第二批育苗自1998年6月2日~7月2日共培育出全长24.0~35.0 mm的变态幼鱼 5.799×10^5 尾^[2]。项目实施期间, 在国内首次对褐毛鲢的生殖季节、产卵水温、性成熟年龄、性腺发育与性周期, 亲鱼的强化培育、促熟与催产、产卵类型与产卵量、亲鱼产卵率、受精率, 卵的生物学特性、受精卵孵化适宜的水温与盐度、孵化率, 胚胎发育及仔稚幼鱼形态发育, 仔鱼最适开口饵料及其饵料系列, 生物饵料营养强化对仔稚幼鱼成活率的影响, 仔稚幼鱼生存发育适宜的水温、盐度, 室内人工育苗技术, 土池生态育苗技术都进行了观察、试验和研究, 共培育出24.0~180.0 mm的幼鱼 1.06×10^6 尾, 率先在国内实现褐毛鲢全人工繁殖育苗, 其总体研究水平在同类研究中

收稿日期: 2012-02-22; 修回日期: 2012-08-17

基金项目: 福建省海洋与渔业厅项目(闽水科 9803 号); 福建省发展计划委员会资助项目[闽计基(农)[2000]457 号]; 国家科技基础条件平台建设运行资助项目

作者简介: 陈朴贤(1956-), 男, 福建漳州人, 工程师, 主要从事海水鱼类人工繁殖和育苗研究, 电话: 0592-5678575, E-mail: cpxnol@sina.com; 曾志南, 通信作者, 研究员, 电话: 0592-5678553, E-mail: xmzzn@sina.com

居国内领先地位^[3]。褐毛鲢人工繁育的成功,为海水鱼类养殖增添了名优的新品种,福建、台湾、广东、海南、浙江、山东、江苏都先后引进养殖和育苗,目前褐毛鲢的养殖已形成年产苗种上亿尾,年养殖商品鱼数万吨的产业规模。在广大科技工作者的共同努力下,更多的研究也不断地充实着褐毛鲢基础生物学资料。有关褐毛鲢早期发育^[4-5]、室内人工育苗^[6-8]、池塘养殖^[9-10]试验研究都先后见诸报道,但褐毛鲢全人工繁殖技术研究仍未见到相关报道。作者整理了1998~2002年项目实施期间开展的褐毛鲢全人工繁殖技术研究资料,以期丰富充实褐毛鲢基础生物学资料和为人工繁殖育苗提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 实验地点

1998年2~7月实验在宁德市进荣水产开发有限公司育苗场进行,1998年9月~2000年12月实验点设在厦门华普水产有限公司育苗场,2002年1月~12月实验在诏安县海洋水产育苗场开展。

1.2 亲鱼的来源

1998年5~6月开展褐毛鲢人工繁育试验的原种亲鱼购自广东电白县水东港。

1998年11月本项目引种褐毛鲢原种亲鱼29尾,亲鱼产自广东茂名、电白、阳江、阳西一带沿海养殖网箱,其养殖的苗种来源系自然海区偶尔捕获的零星天然苗种,数量极少。收集到的亲鱼用1000多吨的钢质活水船经60多小时的海上航行运抵厦门杏林湾。1999年6月采用同样的方法又从广东引进第二批亲鱼23尾,两批共获得原种亲鱼52尾,个体4.5~6.5 kg。

2002年试验用的亲鱼系1999年5月利用原种亲鱼繁育成功的第一世代幼鱼,经过3a的培育达到性成熟的第一代子代亲鱼。

1.3 亲鱼的强化培育

1998、1999年引种的原种亲鱼运回厦门后置于杏林湾海上网箱精养,网箱规格6.6 m×3.3 m×3.0 m,网目为5~6 cm,亲鱼培育密度为0.5尾/m³,亲鱼培育为周年都投喂冰鲜优质饵料蓝园鲷(*Decapterus maruadsi*)、枪乌贼(*Loligo chinensis*)、扁鲩鲳(*Auxis tapeinosoma*)、鳀鱼(*Engraulis japonicus*)、金色小沙丁鱼(*Sardinella aurita*)脂眼鲱(*Etrumeus micropus*)、

玉筋鱼(*Ammodytes personatus*)等,每天投喂一次,日投饵率1.1%~3.5%鱼体质量。亲鱼越冬前的10月~12月及翌年春季产卵前的3月~4月进行强化培育,日投饵两次,每周添加V_E、V_C和复合维生素B1次。繁殖季节前每隔半个月检查1次性腺的发育情况,并注射促熟激素1~2次:雌鱼LRH-A₃ 1.5 μg/kg,雄鱼HCG150 IU/kg+LRH-A₃ 1.5 μg/kg,促进性腺成熟。周年培育水温范围为12.8~31.2℃,盐度为18~32。

子代亲鱼强化培育方法与原种亲鱼相似。

1.4 人工催产

1.4.1 催产季节与水温

每年春季4~6月和秋季9~11月的生殖季节,春季当水温上升到23.0℃以上,秋季水温下降到26.0℃以下时,亲鱼的性腺一般与水温同步已发育成熟,即可开始人工繁殖催产。

1.4.2 催产亲鱼的挑选

从海上网箱培育的3龄以上性腺成熟亲鱼中,挑选出腹部膨大柔软、卵细胞达到500~600 μm、性腺发育已达IV期末的雌鱼和轻压腹部即有较浓精液流出的雄鱼用于催产。挑选催产亲鱼采取逐尾检查,方法是将待选亲鱼一次捞出2~3尾移入盛有25×10⁻⁶丁香酚水溶液的布篓中麻醉5~6 min(剂量太高或时间过长会导致亲鱼死亡),麻醉后亲鱼用布夹子托住使腹部朝上,雌鱼用取卵器从生殖孔徐徐伸入卵巢腔转动两下采出卵粒,以肉眼观察卵粒分离清楚且饱满,或在显微镜下测量卵径达550~600 μm以上;雄鱼轻压腹部即有饱满且浓白精液流出的个体用做催产亲鱼,雌雄比例1:1.2以上。挑选出的亲鱼移入室内产卵池催产或直接在海上网箱中催产。

1.4.3 室内产卵池催产

产卵池面积30~36 m²,水深1.5~1.6 m,亲鱼密度控制在0.25尾/m³,亲鱼移入室内休息1 d后再催产。亲鱼产卵时间一般在18:00~22:00,在水温23.0~26.0℃条件下,产卵效应时间30~36 h,催产一般选择在上午进行以顺应其产卵节律。催产激素采用DOM+LRH-A或HCG+LRH-A,亲鱼经丁香酚麻醉后行背肌或胸腔一次性注射,雌雄同剂量,催产后亲鱼放入产卵池流水刺激5~6 h,使其自然产卵受精。控制水温在23.0~26.0℃,盐度为29~32。1998年亲鱼催产在室内产卵池进行。

1.4.4 海上网箱催产

选择小潮期间潮流平缓、水质清澈的时间催产。挑选催产亲鱼或注射催产激素均在麻醉后进行,以免亲鱼挣扎拍打受伤。亲鱼经注射激素后,放入一个预备好的普通养殖网箱中,网箱规格为 3.3 m×3.3 m×3.0 m,或 6.6 m×3.3 m×3.0 m,网目 5~6 cm。第二天傍晚亲鱼产卵前加套一个同样规格大小的产卵网箱(用 60 目筛绢制成),使其自然产卵受精。亲鱼密度控制小规格网箱 4 尾,大规格网箱 6 尾。催产期间要求水温为 23.0~26.0℃,盐度为 29~32。1999 年、2000 年亲鱼催产在海上网箱进行。

1.5 受精卵的收集

海上产卵网箱内受精卵的收集方法是:在亲鱼产完卵的第二天早晨将亲鱼捞出产卵网箱,然后用一根竹杆横隔在产卵网箱下方,从一端向另一端慢慢移动,同时边收起网衣边冲洗网衣上黏附的卵粒,使受精卵最后集中到产卵网箱的另一端,再用捞网将卵收集干净,收起的卵放入盛有 30~33 盐度海水的大盆中,旋转沉淀分离出上浮卵和沉底的死卵,冲洗干净后称量浮卵数和死卵数,计算浮卵率,取样计算受精率。海水盐度低于 28 时先加盐调整至 30 左右,因为受精卵在盐度 28 以下为沉性不易分离。

2 结果

2.1 亲鱼培育

1999 年繁殖试验用的原种亲鱼系 1998 年 11 月 26 日引种的第一批亲鱼,亲鱼在 11 月底~12 月底和翌年 2 月中旬~4 月中旬进行强化培育,每天投喂优质饵料两次,培育期间水温为 12.8~22.4℃,投饵率为 1.1%~2.5%,亲鱼在 12 月底至翌年 2 月中旬越冬期间水温低于 13.0℃不会摄食。2 月下旬亲鱼开始恢复摄食,3 月份食量逐渐增加,3 月 2 日用取卵器取卵检查,雌鱼卵细胞已发育到 III 期,肉眼能看清卵粒,但卵粒黏连尚未分离,检查后全部亲鱼行胸腔注射一针促熟激素 LRH-A₃ 1.5 μg/kg 鱼体质量。4 月 11 日重新检查亲鱼性腺,雌鱼卵细胞 500~550 μg,性腺发育已达 IV 期,卵粒分散且饱满,雄鱼也能挤出少量精液,亲鱼性腺发育良好,4 月下旬亲鱼性腺已基本成熟可以开始催产繁殖。经过 5 个月的精心培育,1999 年 4 月 23 日生物学测定,亲鱼个体已达 7.5~8.0 kg,月平均增质量 400 g,亲鱼存活 29 尾,

成活率为 100%。

2000 年繁殖试验用的原种亲鱼系 1998 年 11 月引种的第一批亲鱼和 1999 年 6 月引种的第二批亲鱼。1999 年 10 月由于遭受第 14 号强台风重创,杏林湾内绝大部分渔排损毁,网箱养殖遭受重大损失,褐毛鲮亲鱼两个月没有投喂饵料,越冬前的强化培育受到严重影响。亲鱼从翌年 2 月中旬至 4 月中旬才进行强化培育,每天投喂优质的冰鲜杂鱼两次并添加 V_E、V_C、复合维生素 B。原种亲鱼剩下 39 尾,其中雌鱼 14 尾,雄鱼 25 尾,个体 11~13 kg。4 月 19 日检查性腺,雌鱼卵细胞发育到 III 期,雄鱼性腺发育较差只有部分个体能挤出少量精液,亲鱼培育及性腺发育均较差。

2002 年试验用的亲鱼系 1999 年 5 月利用原种亲鱼繁育成功的第一世代幼鱼,经过 3 a 的培育达到性成熟的第一代子代亲鱼,实现全人工繁育。观察表明,褐毛鲮第一次性成熟为雌鱼 3 龄,雄鱼 2 龄即有 20%~30% 性成熟个体,3 龄鱼完全性成熟。亲鱼 98 尾自 2001 年 10 月初至 12 月底、2002 年 2 月中旬~4 月中旬进行营养强化培育,每天投喂优质饵料两次,每周添加 V_E、V_C、复合维生素 B 1 次。4 月 15 日检查亲鱼性腺,雌鱼卵细胞 450~550 μg,性腺发育已达到 III 期,3 龄雌鱼性已成熟。雄鱼 70%~80% 能挤出精液并且个别个体精液饱满,亲鱼个体 6.5~8.0 kg。亲鱼经精心培育性腺发育良好。

2.2 人工催产

1998 年褐毛鲮人工繁育试验在宁德市进荣水产开发有限公司育苗场进行。亲鱼在繁殖季节到来之际从广东用活水船经海上 90 h 的航行于 5 月 2 日运抵宁德三都湾,亲鱼 33 尾(雌 14,雄 19),移入室内后分置于两口面积各为 36 m² 的产卵池。5 月 4 日检查亲鱼性腺,雌鱼用取卵器采卵镜检,卵径大部分在 500~550 μm,卵粒分离性腺已达 III 期,部分亲鱼有少量透明卵,卵径为 860 μm 左右,卵已成熟说明生殖季节已到。雄鱼由于长途运输原因性腺大部分退化挤不出精液。5 月 4 日挑选 4 尾亲鱼(雌雄各 2 尾)注射激素 DOM 5.0 mg/kg + LRH-A₃ 5.0 μg/kg 进行催产,同日其余亲鱼(雌 12 尾,雄 17 尾)则注射一针促熟激素 LRH-A₃ 2.5 μg/kg,以促进性腺成熟(DOM、LRH-A₃ 均为宁波三生激素制品厂产品)。5 月 30 日又从海上网箱移入亲鱼 4 尾(雌 3 尾,雄 1 尾),两批亲鱼共 37 尾(雌 17,雄 20)。为探索和确立褐毛

鳢适宜的产卵水温和催产激素与剂量, 自5月4日~6月1日在不同水温、盐度条件下, 分别以不同激素组合与剂量试验催产6批次。其中第一批亲鱼因促熟导致雌鱼产卵7尾, 剩下雌鱼5尾于5月6日、10日、14日分3次催产; 5月30日移入的亲鱼4尾于5

月30日、6月1日分2次催产。共催产雌鱼10尾, 雄鱼22尾次, 产卵水温为22.0~26.0℃, 盐度为23~28, 产卵效应时间为32~36h, 获取受精卵 1.578×10^7 粒, 平均受精率为70.5%, 1998年褐毛鳢室内催产结果见表1。

表1 1998年褐毛鳢室内催产结果

Tab. 1 The result of induced spawning of *Megalonibea fusca* indoor pond in 1998

催产日期 (月.日)	水温 (°C)	盐度	催产数量 (尾)	催产激素		产卵尾 数(尾)	受精卵 (10^4 粒)	死卵数 (10^4 粒)	产卵率 (%)	受精率 (%)	备注
				DOM (mg/kg)	LRH-A ₃ (μ g/kg)						
5.4	22.0	28	雌2雄2	5.0	5.0	1	30	70	50	30	雌鱼死亡1尾
5.4	22.0	28	雌6雄8#	—	2.5	(4)	(0)	(1260)	(66.6)	(0)	1号池亲鱼第1次促熟
5.4	22.0	28	雌6雄9#	—	2.5	(2)	(486)	(45)	(33.3)	(91.5)	2号池亲鱼第1次促熟
5.6	24.0	28	雌6雄9#	—	3.3	(1)	(216)	(135)	(16.6)	(61.5)	2号池亲鱼第2次促熟
5.6	24.0	28	雌2雄8	3.3	5.0	2	576	189	100	75.3	
5.10	26.0	23	雌2雄4	3.3	5.0	2	360	18	100	95.2	
5.14	25.0	27	雌1雄2	3.3	7.0	1	36	18	100	66.7	
5.30	24.5	27	雌2雄4	3.3	6.0	2	450	126	100	78.1	
6.1	25.0	27	雌1雄2	3.3	6.0	1	126	36	100	77.8	
合计			雌10雄22			9	1578	457	平均91.7	平均70.5	

注: #为亲鱼促熟, 括号内数据未计入

从表1可以看出: 褐毛鳢在水温为22.0~26.0℃, 盐度为23~28的条件下都能获产, 催产产卵率在50%~100%。其中5月6日至6月1日水温范围为24.0~26.0℃, 催产亲鱼5批次, 亲鱼产卵率均为100%, 表明该温度范围是褐毛鳢最适宜的产卵水温; 同时段盐度范围为23~28, 亲鱼在该盐度条件下产卵率也均为100%, 值得关注的是5月10日盐度为23, 亲鱼产卵受精率达95.2%, 说明低盐环境并不影响褐毛鳢产卵受精率, 但受精卵在盐度为23时全部下沉底部, 不利于受精卵孵化, 受精卵在盐度28以上为浮性, 因此认为合适的产卵盐度应在28以上。不同的激素组合与剂量催产试验表明: 褐毛鳢下丘脑-脑垂体-性腺轴靶器官受体对外源激素应答反应相当敏感, 当以单一低剂量的LRH-A₃ 2.5 μ g/kg注射促熟时, 即会导致性腺较好的亲鱼流产且平均受精率低, 当混合激素中LRH-A₃剂量提高到6~7 μ g/kg时, 受精率明显下降, 当DOM以5.0 mg/kg的剂量催产会导致亲鱼死亡, 而以DOM 3.5 mg/kg

+LRH-A₃ 5.0 μ g/kg催产效果最好, 亲鱼产卵率达100%, 受精率最高达95.2%。因此褐毛鳢催产注射激素剂量应尽量精确, 亲鱼促熟时注意激素剂量不能偏高。5月4日1号池促熟亲鱼产卵全部不受精, 可能是雄鱼性腺退化的缘故。雌鱼产卵时一般只有一尾雄鱼追逐与之交配, 如果雄鱼性腺差不会发情追逐交配, 雌鱼产出的卵就全部不受精, 造成极大损失, 所以选取的催产雄鱼应精液饱满, 雌雄比例要在1:1.2以上。雄鱼性腺发育一般都较差且比雌鱼滞后, 注射激素催产时应雌雄同剂量。雄鱼发情求偶时会发出雄浑洪亮的“咕、咕、咕”叫声。

1999年人工催产在厦门杏林湾海上网箱进行。催产一般选择在小潮期间, 挑选出的性腺成熟亲鱼经注射催产激素后放入一个普通养殖网箱内, 第二天傍晚前再加套一个同样规格大小的产卵网箱, 避免产卵网箱张挂时间过久网目堵塞, 影响网箱内外水流交换造成亲鱼环境紧迫和缺氧。1999年海上网箱催产结果表2。

表 2 1999 年褐毛鲧海上网箱催产结果

Tab. 2 The result of induced spawning of *Megalonibea fusca* in marine cage in 1999

催产日期 (月.日)	水温 (°C)	盐度	催产尾数 (尾)	DOM (mg/kg)	LRH-A ₃ (μg/kg)	亲鱼质量 (kg)	产卵尾数 (尾)	受精卵 (10 ⁴ 粒)	死卵数 (10 ⁴ 粒)	产卵率 (%)	受精率 (%)	每公斤鱼 体质量产 卵量 (10 ⁴ 粒)
4.23	23.0	28	雌 2 雄 2	3.5	4.5	7.5~8.0	2	234	54	100	81.3	25.0
4.26	23.6	28	雌 2 雄 2	3.5	4.5	7.5~8.0	2	279	27	100	91.2	26.6
5.10	22.4	25	雌 2 雄 3	3.5	16	7.5~8.0	2	234	180	100	56.5	26.7
5.12	24.0	25	雌 2 雄 3	3.5	4.5	7.5~8.0	2	396	45	100	91.6	28.5
5.26	25.0	27	雌 2 雄 2	3.5	4.5	7.5~8.0	2	360	36	100	91.0	25.5
6.1	25.8	26	雌 3 雄 3	3.5	4.5	7.5~8.0	3	540	63	100	89.6	26.2
合计			雌 13 雄 15				13	2043	405	平均 100	平均 83.5	平均 26.4

从表 2 可以看出, 自 4 月 23 日~6 月 1 日, 水温 23.0~25.8°C, 盐度 25~28, 共催产 6 批次, 催产激素均为 DOM3.5mg/kg +LRH-A₃ 4.5μg/kg(DOM、LRH-A₃ 为宁波三生激素制品厂产品), 催产雌鱼 13 尾, 获产 13 尾, 产卵率为 100%, 受精率在 81.3%~91.6%, 亲鱼总产卵量为 2.448×10⁷ 粒, 平均每千克鱼体质量产卵 2.64×10⁵ 粒, 获取受精卵 2.043×10⁷ 粒, 平均受精率为 83.5%, 从亲鱼的产卵率和受精率可以说明催产激素和剂量是合适的, 在海上网箱催产的方法也是可行的。5 月 11 日催产配制催产剂时因

激素取错规格, A₃ 的剂量增加 4 倍, 致使死卵明显增加受精率降低至 56.5%, 排除这一失误因素, 其他 5 次的平均受精率应为 88.9%。1999 年海上网箱催产效果良好。

2000 年催产工作仍在杏林湾海上网箱进行。催产分两个阶段, 第一阶段 4 月 19 日~4 月 21 日, 产卵水温 20.4~21.8°C, 盐度 22~25; 第二阶段 5 月 14 日~6 月 21 日, 产卵水温 25.8~27.0°C, 盐度 25~28。共催产 9 批次, 催产雌鱼 38 尾次, 雄鱼 45 尾次。2000 年褐毛鲧海上网箱催产结果见表 3。

表 3 2000 年褐毛鲧海上网箱催产结果

Tab. 3 The result of induced spawning of *Megalonibea fusca* in marine cage in 2000

催产日期 (月.日)	水温 (°C)	盐度	催产尾数 (尾)	DOM (mg/kg)	LRH-A ₂ (μg/kg)	产卵尾数 (尾)	受精卵 (10 ⁴ 粒)	死卵数 (10 ⁴ 粒)	产卵率 (%)	受精率 (%)	备注
4.19	20.4	22	雌 2 雄 2	3.5	4.5	1	0	90	50	0	
4.21	21.8	25	雌 4 雄 4	3.5	4.5	1	0	144	25	0	
5.14	25.8	25	雌 6 雄 8	3.5	5.5	5	0	972	83	0	
5.16	26.0	25	雌 5 雄 6	3.0	4.5	3	0	522	60	0	雌鱼难产死亡 2 尾
5.17	26.4	25	雌 5 雄 7	2.5	5.0	2	0	243	40	0	雌鱼死 3 尾
5.18	26.2	27	雌 4 雄 6	2.5	4.0	1	0	160	25	0	雌鱼死亡 1 尾
5.23	25.2	27	雌 4 雄 4	3.5	4.5	2	0	360	50	0	
5.25	26.4	27	雌 4 雄 4	3.5	4.5	0	0	0	0	0	雌鱼死亡 3 尾
6.21	27.0	28	雌 4 雄 4	3.5	4.5	0	0	0	0	0	雌鱼死亡 2 尾
合计			雌 38 雄 45			15	0	2491	平均 37	0	

从表 3 可以看出, 4 月 19 日~4 月 21 日催产两批次, 催产激素与剂量为 DOM3.5mg/kg+LRH-A₂4.5μg/kg(LRH-A₂ 为上海丽珠生物制品公司产品), 催产水温 20.4~21.8°C, 亲鱼产卵率为 25%~50%, 产卵率低、产卵量少并且全部死卵, 鉴于催产效果差可能是雄鱼性腺不好及水温偏低, 催产工作暂停,

亲鱼继续精养和等待水温回升。5 月 14 日海区水温上升至 25.8°C 时催产工作重新开始。但从 5 月 14 日~6 月 21 日连续几次催产中, 亲鱼屡次发生胀鳔、生殖孔外突难产死亡, 产卵率低、卵胚胎每次发育到胚盘形成期就不能进一步发育而全部死亡的不正常现象, 虽然催产过程不断调整激素剂量, 其中有 5 次催

产激素剂量与 1999 年催产剂量一样, 均为 DOM3.5mg/kg+LRH-A₂4.5 μg/kg(1999 年催产激素 LRH-A₃ 为宁波三生激素制品厂产品), 且 5 月 14 日、5 月 16 日、5 月 23 日产卵水温也都在正常范围, 但催产都没获得成功, 有 7 个批次催产获产共产卵 2.491×10^7 粒, 但全部死卵, 整个催产过程没有获得受精卵, 并发生亲鱼严重死亡, 网箱催产亲鱼死亡现象均发生在水温 26.0℃ 以上和亲鱼密度太高情况下。2005 年催产失败原因主要是亲鱼越冬前没有强化培育, 亲鱼性腺发育受到严重影响, 但也不排除促黄体素释放激素 LRH-A₂ 产品质量问题。

2002 年实验在诏安县海洋水产育苗场进行。研究中发现褐毛鲢的性周期为周年中有两次性腺成熟, 生殖季节分别是春季的 4~6 月和秋季的 9~11 月。2002 年分别开展了春季和秋季的繁殖试验, 结果表明: 春季 6 月催产结束后的亲鱼经过强化培育, 到秋季 9 月下旬亲鱼性腺第二次成熟, 雌鱼卵细胞重新发育到 期, 雄性性腺也发育成熟大部分能挤出精液, 且精液饱满, 进入了秋季的生殖产卵季节。

秋季繁殖试验分海上网箱催产和室内催产两种方法。海上网箱催产 6 批次, 催产雌鱼 18 尾, 雄鱼 23 尾。其中 9 月 22~30 日催产 4 批次, 注射激素 HCG250IU/kg + LHRH-A₂4.5μg/kg, 水温 26.7~27.5℃, 亲鱼仍发生胀鳔难产死亡, 无产现象, 主要原因是水温太高。9 月 30 日~10 月 2 日水温 25.3~26.5℃, 催产两批次激素 HCG250IU/kg + LHRH-A₃4.5μg/kg 获产, 获取受精卵 4.7×10^6 粒, 产卵率 71%, 受精率 85.7%~96.6%。10 月 4 日挑取亲鱼 18 尾(雌 6 雄 12)移入诏安实验点室内产卵池催产, 产卵池面积 30 m², 水深 1.6 m。10 月 5 日注射催产激素 HCG270IU/kg+ LHRH-A₃ 5.0 μg/kg, 水温 26.5℃, 盐度 32, 效应时间 28 h, 共产受精卵 8.1×10^6 粒, 产卵率 100%, 受精率 92%。

3 讨论

3.1 褐毛鲢的繁殖生物学

1998~2002 年的实验和观察表明, 褐毛鲢第一次性成熟为雌鱼 3 龄, 雄鱼 2 龄即有 20%~30% 性成熟个体, 3 龄鱼完全性成熟。最小性成熟体质量 6~7 kg。性周期为周年中有二次性成熟, 生殖季节分别为春季的 4 月下旬~6 月中旬、秋季的 9 月下旬~11 月中旬, 产卵盛期分别为 5 月和 10 月。产卵水温

23.0~26.5℃, 盛产水温在 25.0℃ 左右, 适宜产卵盐度 29~32。褐毛鲢为分次产卵类型, 在一个生殖季节里可以产卵 1~3 次, 总产卵量为 $5.0 \times 10^5 \sim 6.0 \times 10^5$ 粒/kg 鱼体质量, 第一次产卵量为每千克鱼体质量 2.65×10^5 粒左右, 两次产卵时间间隔在 10~15 d。在生殖季节里雄鱼发情求偶时会发出雄浑洪亮的“咕、咕、咕”叫声。

3.2 亲鱼的强化培育

饵料营养对亲鱼的性腺发育有着极为密切的关系。亲鱼在每年 12 月底至翌年 2 月中旬水温低于 13.0℃ 的越冬期间不会摄食, 2 月下旬水温上升至 13.0℃ 以上时才恢复摄食并逐渐增加食量。而 3 月初雌鱼的卵母细胞已发育到 期, 整个越冬期间正处于亲鱼性腺从 期发育到 期的大生长期卵黄蓄积阶段, 需要体内蓄积大量营养物质转换到性腺发育上去。显然亲鱼如果在越冬前没有进行营养强化培育, 越冬期间性腺发育就没有营养来源, 性腺发育就会受到影响。2000 年人工催产失败的原因正是亲鱼越冬前没有强化营养, 而是到 2 月中旬才开始强化培育, 亲鱼的性腺发育受到影响, 性腺成熟度差, 特别是雄鱼到 5 月中旬性腺还不太好, 从而影响亲鱼产卵交配导致产出的卵子全部无受精。多年的繁殖经验表明: 褐毛鲢亲鱼必须在越冬前进行营养强化和周年培育中投喂优质饵料, 并适当加入营养添加剂 V_E、V_C、复合维生素 B, 以提高亲鱼的生殖性能。

3.3 催产方法

选择采用海上网箱催产方法主要是考虑亲鱼体型大, 在移入室内的装载运输过程中极易受伤并感染, 造成性腺退化, 从而影响正常产卵, 并且海上网箱产卵后的亲鱼可以立即恢复摄食, 对于分次产卵类型的鱼类来讲, 生殖期间得到营养补充显然对其性腺的发育和下一轮的产卵较为有利。但不利的因素也显而易见。首先海上网箱催产受天气、潮汐的变化影响大, 水温、盐度变化较剧烈, 同时要选小潮期间潮流较平缓、水质较清澈的时间催产, 生产受到一定的限制。而且产卵箱网目容易堵塞, 影响箱内外水流交换, 在水温高于 26.0℃, 亲鱼密度较高情况下, 经常发生由于亲鱼对环境紧迫的不适而产生的应激反应, 导致胀鳔难产死亡、不产和雄鱼不交配的现象。总结多年来褐毛鲢的催产经验: (1) 褐毛鲢的催产最好在室内进行, 室内催产池水质稳定, 环境适

宜, 亲鱼产卵率、受精率较高, 较少发生催产死亡现象, 亲鱼产卵后应及时移回海上网箱精养; (2)催产时间应选择产卵盛期的 5 月和 10 月, 催产水温应在 23.0~26.0℃, 最适催产水温在 25.0℃; (3)亲鱼应选择 3 龄以上, 体质量在 8~15 kg 为佳, 雄鱼应选择性腺发育良好, 轻压腹部即有精液流出且饱满的个体, 雌: 雄比例要在 1:1.2 以上; (4)水温超过 26.0℃不宜在海上网箱催产, 因为容易造成亲鱼胀鳔难产死亡, 这已屡试不爽; (5)网箱催产亲鱼密度不能太高, 规格 3.3 m×3.3 m×3.0 m 的产卵网箱只能放亲鱼 4 尾; 规格 6.6 m×3.3 m×3.0 m 的产卵网箱不能超过 6 尾, 以免造成环境紧迫而产生应激反应。

3.4 激素与剂量

褐毛鲢在人工圈养条件下不会自然产卵, 只能在外源激素作用下才会发生产卵交配行为。褐毛鲢对外源激素作用敏感, 当以单一低剂量的 LRH-A₃ 2.5 μg/kg 注射促熟时, 即会导致性腺较好的亲鱼流产且受精率低, 因此亲鱼促熟时应注意激素剂量不能偏高; 当混和激素中 LRH-A₃ 剂量提高到 6~7 μg/kg 时, 受精率明显下降; 而 DOM5.0 mg/kg 的剂量会导致亲鱼死亡。因此催产注射激素剂量应尽量精确。多年催产经验表明: 褐毛鲢催产激素与剂量以 DOM3.5mg/kg+LRH-A₃ 4.5 μg/kg, 或 HCG 250IU/kg+LRH-A₃ 4.5 μg/kg 混合使用效果最好(DOM、HCG、LRH-A₃ 均为宁波三生激素制品厂产品)、亲鱼产卵率可达 100%, 受精率最高达 98.8%。

3.5 褐毛鲢的全人工繁殖与资源恢复

褐毛鲢自然资源十分稀少, 获取原种亲鱼极其困难。本项目 1998 年首批繁育成功的种苗经过 3a 的培育达到性成熟, 成为子 1 代亲鱼, 2001 年实现全人工繁殖育苗, 突破了亲鱼来源极其困难的瓶颈, 为大规模的人工繁育奠定了最重要的物质基础。从 2001~2012 年, 中国南方的福建、广东、海南各省沿海育苗场便先后利用本课题繁殖的子 1 代、子 2 代、子 3 代、子 4 代亲鱼开展褐毛鲢大规模人工繁

育, 以池塘生态育苗为主要模式, 每年生产的褐毛鲢种苗上亿尾, 年养殖商品鱼数万吨, 形成产业化规模。褐毛鲢全人工繁殖育苗的实现, 使这一珍稀名贵的濒危鱼种资源得以恢复, 还创造了极大的经济社会效益。

参考文献:

- [1] 朱元鼎, 罗云林, 伍汉霖. 中国石首鱼类分类系统的研究和新属新种的叙述[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1963: 34-36.
- [2] 陈朴贤. 褐毛鲢人工育苗在国内首获成功[J]. 现代渔业信息, 1998, 13(9): 30.
- [3] 福建省海洋与渔业厅. 福建省“褐毛鲢全人工繁殖和育苗技术研究”居国内领先地位[R/OL]. 中国农业网, 2003-11-25. <http://www.zgny.com.cn/ifm/consultation/2003-11-25>.
- [4] 陈朴贤. 褐毛鲢胚胎发育及仔、稚、幼鱼发育形态研究[J]. 福建水产, 2005, 3: 26-30, 46.
- [5] 孙庆海, 孙建璋, 施维德. 褐毛鲢仔、稚、幼鱼形态特征及其生态习性的初步观察[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2005, 2: 105-113.
- [6] 孙庆海, 施维德, 陈诗凯, 等. 褐毛鲢(*Megalonibea fusca* Chu, Lo et Wu)工厂化育苗技术的研究[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(7): 34-36, 38.
- [7] 孙玉忠, 王雪梅, 宋全山, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)人工育苗技术研究[J]. 齐鲁渔业, 2007, 5: 52-53.
- [8] 陆国君, 常抗美, 钟杰明, 等. 褐毛鲢人工育苗技术研究[J]. 科学养鱼, 2006, 1: 34-35.
- [9] 孙玉忠, 王雪梅, 牟宗华, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)池塘养殖技术[J]. 齐鲁渔业, 2007, 7: 7-8.
- [10] 王波, 孙丕喜, 丁广成, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)的形态特征及养殖试验[J]. 齐鲁渔业, 2006, 4: 8-9.

Study of artificial propagation technology of *Megalonibea fusca*

CHEN Pu-xian, ZENG Zhi-nan

(Fishery Research Institute of Fujian, Xiamen 361012, China)

Received: Feb., 22, 2012

Key words: *Megalonibea fusca*; artificial propagation; induced spawning; reproductive biology

Abstract: In order to master reproductive biology of *Megalonibea fusca*, and break through its artificial propagation technology, the paper introduced the researches on *Megalonibea fusca* during the project periods from 1998 to 2002, such as the research of sexual mature age, breeding seasons, spawning temperature, gonadic development and reproductive periods, spawning pattern and fecundity, induced spawning indoor pond, induced spawning in marine cage, spawning rate and fertilization rate of parent fish, hormones and dose, artificial propagation technology and so on. We discussed and summarized the methods and measures on intensive culture and induced spawning of parent fish.

(本文编辑: 谭雪静)