

大弹涂鱼土池育苗技术研究

叶启旺¹, 洪万树², 张其永², 江国强¹, 蔡珠金¹, 王昌各¹

(1. 霞浦县水产技术推广站, 福建 霞浦 355100; 2. 厦门大学 海洋与环境学院海洋系, 福建 厦门 361005)

摘要:在总面积为 3 340 m² 的 4 口土池 (835 m²/口) 进行大弹涂鱼 (*Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)) 育苗试验研究。共放养 1 龄和 2 龄亲鱼 11 000 尾, 2004 年 5 月 16 日~5 月 21 日和 5 月 31 日~6 月 4 日先后孵出两批仔鱼, 每批次的孵化时间持续 5~6 d, 共孵出仔鱼 330 × 10⁴ 尾。采用泼洒泥浆、接种轮虫、施肥、调节池水盐度和遮阳控制水温等方法进行仔稚鱼培育, 土池育苗取得了突破性进展。初孵仔鱼经过 34~53 d 的培育, 共培育出幼鱼 34.76 × 10⁴ 尾, 幼鱼平均全长 23.1 mm, 平均体质量 100.0 mg, 平均成活率 10.5%。试验结果表明, 大弹涂鱼亲鱼未经性激素注射能在土池洞穴内自然产卵孵化, 采取合理的技术措施在土池中进行大弹涂鱼批量育苗是可行的。

关键词:大弹涂鱼 (*Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)); 土池育苗; 产卵孵化

中图分类号:S961.2

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2006)04-0001-05

大弹涂鱼 (*Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)) 是一种暖水广温广盐性的名特优鱼类^[1], 其肉味鲜美, 具有滋补强身功效, 深受浙、闽、粤、台等沿海群众和日本人的喜爱, 因此市场需求量很大, 价格高。由于大弹涂鱼资源渐趋衰退, 20 世纪 80 年代后期, 中国东南沿海开始了大弹涂鱼养殖^[2~4]。大弹涂鱼具有食物链短、鱼病少、活鱼耐长途运输、养殖技术容易掌握、养殖成本低和养殖经济效益高等特点, 因此大弹涂鱼养殖迅猛发展, 目前福建省大弹涂鱼的养殖面积已达到 3 300 ha。但是, 迄今仍依靠天然苗种。为了保护天然苗种资源, 促进大弹涂鱼养殖业的可持续发展, 亟须开展大弹涂鱼土池育苗研究。

我国台湾省曾于 1972 年进行大弹涂鱼人工繁殖试验, 仔鱼仅存活 5 d, 1980 年培育出 2 尾鱼苗^[5]。张其永等^[6]于 1986 年进行了室内人工繁殖和育苗试验, 培育出 3 000 多尾鱼苗。日本佐贺县有明水产试验场分别于 1988 年和 1989 年培育出 1.9 万尾和 2.4 万尾幼鱼^[7]。1990 年, 东海水产研究所、厦门大学和连江县水产综合场联合开展了室内大弹涂鱼人工育苗技术研究, 培育出 7 000 多尾幼鱼^[8]。迄今为止, 大弹涂鱼室内生产性育苗技术尚未完全突破, 其主要原因是亲鱼催熟后在人工管道内的产卵率和受精率低, 未能获得大量优质的受精卵; 雌亲鱼生殖力低, 人工授精操作烦琐。方家仲等^[9]观察到池塘养殖大弹涂鱼能够自然繁殖, 预示大弹涂鱼土池育苗具有开拓性前景。作者采取了合理的技术措施, 在大弹涂

鱼土池育苗中取得突破性进展, 2004 年 7 月 8 日通过现场验收。

1 材料与方法

1.1 育苗设施

试验用 4 口育苗池位于福建省霞浦县长沙村, 由大弹涂鱼养成池改造而成, 每口育苗池面积均为 835 m², 泥质池底, 有淡水来源。土池堤高 60 cm, 平均水深 45 cm, 池上方架设防鸟网, 高温时池上方用遮阴网遮盖, 将水温控制在 32℃ 以下。

1.2 清池消毒

育苗土池于 2003 年 9 月排干池水, 晒池 4~5 d, 泼洒漂白粉 50 × 10⁻⁶ 消毒清除敌害生物。7 d 后施放米糠 (20 g/m²) 和复合肥 (15 × 10⁻⁶), 进水 5~10 cm (80 目筛绢网过滤) 培养底栖硅藻。

1.3 亲鱼培育

清池消毒后培育亲鱼。亲鱼的投放规格、数量和放养密度见表 1。雌雄性比为 1:1。

收稿日期: 2004-09-28; 修回日期: 2005-09-18

基金项目: 福建省重大科技项目 (2003N026); 福建省科技重大专项 (2004SZ01-02)

作者简介: 叶启旺 (1966-), 男, 福建霞浦人, 工程师, 学士, 研究方向: 鱼类繁殖生物学, 电话: 0593-8893676; 洪万树, 通讯作者, E-mail: wshong@jingxian.xmu.edu.cn

表1 大弹涂鱼亲鱼的放养规格、数量和放养密度

Tab.1 The size, number and density of mud skipper brood fish in the earth ponds

池号	年龄 (a)	质量 (kg)	规格 (g/尾)	数量 (尾)	合计 (尾)	放养密度 (尾/m ²)
1	1	35	12~16	2 500	3 100	3.7
	2	13	20~25	600		
2	1	28	12~15	2 100	2 900	3.5
	2	16	20~25	800		
3	1	9	12~15	700	2 500	3.0
	2	38	20~25	1 800		
4	1	10	12~16	1 000	2 500	3.0
	2	38	20~25	1 500		

亲鱼培育期间,按大弹涂鱼养殖管理方法进行。2004年3~4月,多次晒坪施肥培养底栖硅藻,加强亲鱼培育管理,保证亲鱼的营养需求。2004年5月6日后将池水加到45 cm,育苗期间一直保持这一水位。亲鱼未注射激素,任其在土池洞穴内自然产卵孵化。当变态为幼鱼时将水位降低到5~10 cm,以利于底栖硅藻繁殖。

1.4 育苗管理

仔鱼孵出后第2天开始用消防高压喷枪向池中均匀泼洒海泥浆(富含硅藻及有机碎屑的软泥),每天上午6:00~7:00和下午14:00~15:00各泼洒一次,每次泼洒量为80~100 g/m²,一直泼洒到仔鱼孵出后第15天;土池接种轮虫(*Brachionus plicatilis*),施放12×10⁻⁶的复合肥和1×10⁻⁶~2×10⁻⁶的活力丹(厦门强生科技有限公司生产的复合硅藻类营养剂),并以小杂鱼挂袋培养桡足类。

以淡水将池水盐度调节至15~20。育苗期间水

温20~32℃,pH变化范围为7.89~8.24,溶解氧4.79~6.10 mg/L,透明度18~25 cm,NH₃-N为0.15~0.58 mg/L。育苗期间(5~7月),定期取样检查池中饵料生物种类和密度,分析仔稚鱼的胃含物,观察其生长发育情况。用陷阱网笼(火车网)捕获池中的敌害生物并鉴定其种类。食物出现率和摄食率按下式计算:

$$\text{出现率}(\%) = \frac{\text{该成分出现次数}}{\text{各成分出现总次数}} \times 100$$

$$\text{摄食率}(\%) = \frac{\text{实胃数}}{\text{总胃数}} \times 100$$

2 结果

2.1 仔稚鱼培育

4口土池第1批仔鱼于2004年5月16日开始孵出,至5月21日结束;第2批仔鱼于2004年5月31日开始孵出,至6月4日结束。两批仔鱼孵出的时间相隔15 d,每批仔鱼的孵化时间持续5~6 d。各池第1批孵出仔鱼的数量均少于第2批,4口土池第1批孵出仔鱼的总数量为106.8×10⁴尾,第2批为223.2×10⁴尾,两批仔鱼总数量为330×10⁴尾。仔鱼培育密度最低为1 514尾/m³,最高为3 215尾/m³(表2)。孵化期间观察到受精卵依靠粘着丝粘附在洞穴内产卵室的上壁和两侧,仔鱼孵化后出洞。

两批仔鱼经过34~53 d的培育,共育出幼鱼34.76×10⁴尾,育苗平均成活率为10.5%(范围8.6%~12.4%)。幼鱼全长范围1.7~3.3 cm,平均全长2.31 cm;体质量范围0.05~0.17 g,平均体质量0.10 g。培育密度低的育苗池仔稚鱼生长较快(表2)。

表2 大弹涂鱼土池仔稚鱼培育

Tab.2 Larval rearing of *Boleophthalmus pectinirostris* in the earth ponds

池号	仔鱼孵化			培育密度 (尾/m ²)	幼鱼尾数 (×10 ⁴)	幼鱼全长 (cm)		幼鱼 体质量 (g)	成活率 (%)
	批次	日期(月·日)	尾数(×10 ⁴)			范围	平均		
1	1	05-16~05-21	19.8	1 514	4.75	1.8~3.3	2.40	0.05~0.17	8.6
	2	05-31~06-04	35.4						
2	1	05-16~05-21	25.6	2 060	6.86	1.7~3.1	2.30	0.05~0.13	9.1
	2	05-31~06-04	49.5						
3	1	05-16~05-21	38.6	3 215	14.54	1.7~3.0	2.24	0.05~0.12	12.4
	2	05-31~06-04	78.6						
4	1	05-16~05-21	22.8	2 263	8.61	1.7~3.1	2.28	0.05~0.13	10.4
	2	05-31~06-04	59.7						

2.2 仔稚鱼摄食和生长

2.2.1 土池饵料生物种类和数量

土池水中的天然饵料生物种类和数量较多。经鉴定的种类有:小球藻(*Chlorella* sp.)、浮游硅藻类、褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)、细巧华哲水蚤(*Sinocalanus tenellus*)、火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)、双齿许水蚤(*Schmackeria dubia*)、短角异剑水蚤(*Apocyclops royi*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、桡足类无节幼体、短尾类蚤状幼体、长尾类幼体、腹足类幼体、多毛类后担轮幼体、鱼卵和仔稚鱼等。其中以细巧华哲水蚤和火腿许水蚤占优势,其次为双齿许水蚤。池水盐度较低(15~20),所以池水中的桡足类多属于咸淡水种类。

2.2.2 仔稚鱼食性分析

土池育苗期间(5~7月)用仔鱼网取样,但始终未采到大弹涂鱼初孵仔鱼,提示初孵仔鱼仍在土池的产卵洞穴内。5月19日在育苗土池中初次采集到全长2.70~2.91 mm的大弹涂鱼仔鱼,表明大弹涂鱼仔鱼孵化后第2天才从土池中的产卵洞穴游出。

从表3食性分析中可以看出,大弹涂鱼仔鱼全长2.44~2.82 mm(相当于1日龄),卵黄囊径开始缩小(190~320 μ m),口径还很小(226~255 μ m),以内源性营养为主,仔鱼摄食海泥中的微型颗粒有机碎屑的出现率仅16.7%。大弹涂鱼仔鱼全长2.70~3.65 mm(相当于2~4日龄)为混合性营养期,随着个体生长,卵黄囊和油球逐渐吸收变小,摄食微型颗粒有机碎屑的出现率逐渐提高。此外,仔鱼混合营养期还摄食一些贝类担轮幼体和多毛类幼体,但其出现率很低。由于仔鱼口径小,混合营养期间(相当于2~4日龄)尚未观察到摄食桡足类无节幼体。全长3.30~4.80 mm的大弹涂鱼仔鱼(相当于5~7日龄),卵黄囊和油球已完全吸收,仔鱼为外源性营养,其口径扩大到(311~452 μ m),开始摄食桡足类无节幼体和桡足类幼体,其出现率分别为12.5%和31.3%,消化道内仍然存在少量微型颗粒有机碎屑(表3和表4)。随着仔鱼生长发育,全长5.05~8.80 mm仔鱼摄食桡足类幼体及其成体的比例逐渐增加。进入稚鱼期(全长9.50~18.50 mm),土池水中的桡足类成体已成为大弹涂鱼稚鱼的主要饵料生物。

表3 土池大弹涂鱼早期仔鱼食性分析

Tab.3 Feeding analysis of the early larvae *Boleophthalmus pectinirostris* in the earth ponds

全长 (mm)	尾数	卵黄囊 长径 (μ m)	油球径 (μ m)	有机碎 屑出现 率 (%)	贝类担 轮幼体 出现率 (%)	多毛类 幼体出 现率 (%)	桡足无 节幼体 出现率 (%)	桡足幼 体出现 率 (%)	摄食率 (%)
2.44~2.82	12	190~320	80~150	16.7	0	0	0	0	16.7
2.70~3.08	26	135~220	60~130	46.2	0	0	0	0	46.2
2.87~3.24	34	60~120	35~90	58.8	6.3	0	0	0	64.7
2.96~3.65	26	45~95	9~38	69.2	15.4	7.7	0	0	84.6
3.30~4.80	64	0	0	28.1	0	3.1	12.5	31.3	75.0

表4 土池大弹涂鱼早期仔鱼颗粒有机碎屑出现率

Tab.4 The frequency of organic detritus in the early larvae *Boleophthalmus pectinirostris* in the earth ponds

全长 (mm)	口径 (μ m)	卵黄囊存在		卵黄囊不存在	
		碎屑出现尾数	碎屑出现率(%)	碎屑出现尾数	碎屑出现率(%)
2.44~2.82	226~255	2	16.7	0	0
2.70~3.08	240~283	12	46.2	0	0
2.87~3.24	255~297	14	47.1	4	11.8
2.96~3.65	282~325	16	53.8	4	15.4
3.30~4.80	311~452	0	0	18	28.1

注:口径=1.414×下颌长

2.3 仔稚鱼生长

土池中第1、2批大弹涂鱼仔鱼经过34~53 d的培育已变态为早期幼鱼,7月8日取样144尾,生物学测定结果表明,大弹涂鱼早期幼鱼全长为14.6~30.1 mm(19.36 mm $\pm$ 2.47 mm),体长12.2~24.0 mm(15.73 mm $\pm$ 1.90 mm),体质量16.4~150.2 mg(58.70 mg $\pm$ 23.71 mg)。第1批仔稚鱼的生长发

育快于第2批仔稚鱼。早期幼鱼全长(或体长)与体质量呈幂函数增长曲线($n=144$ 尾),可用 $W=aL^b$ 拟合(图1),其关系式为 $W=0.006\ 3L_T^{3.0671}$ ($r^2=0.930\ 3$); $W=0.006\ 6L_B^{3.2777}$ ($r^2=0.935\ 3$),式中的 W 为体质量(mg), L_T 为全长(mm), L_B 为体长(mm)。幂指数 b 约等于3,表明其体质量与全长(或体长)的立方呈比例关系,属于均匀生长类型。

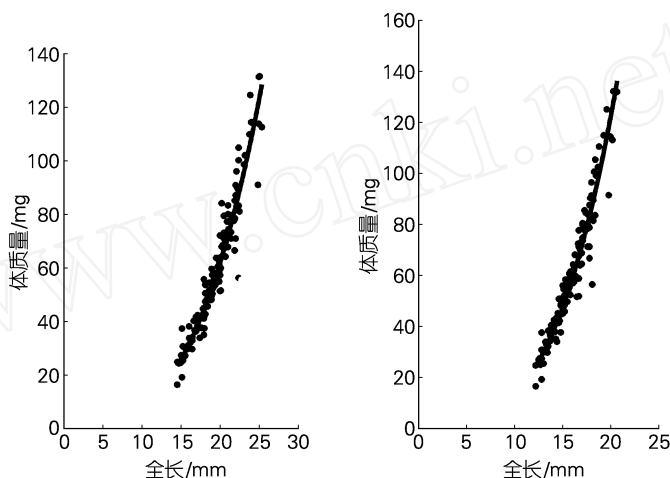


图1 土池培育大弹涂鱼早期幼鱼全长与体质量的关系

Fig.1 The relationship between the total length and body weight of the young *Boleophthalmus pectinirostris* reared in the earth ponds

混合营养期仔鱼生长非常缓慢,所以生长差异不大。从后期仔鱼(卵黄囊完全吸收)开始,随着仔稚鱼的生长发育,个体生长差异逐渐明显。

2.4 土池敌害生物种类

虽然土池在投放亲鱼前已消毒清池,但清除敌害生物还不够彻底。育苗期间进水时又带入敌害生物的卵子及其幼体。主要敌害种类是斑纹舌鰕虎鱼(*Glossogobius olivaceus*)和脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)。由于土池池水盐度较低,池水中还出现松藻虫(*Notonecta triguttata*)。

斑纹舌鰕虎鱼栖息于浅海滩涂或咸淡水池中,体长一般为80~120 mm,摄食小虾和鱼苗,能在土池中自然繁殖和生长,其仔稚鱼的食性与大弹涂鱼仔稚鱼的食性相似,仔鱼期主要摄食海泥中的有机碎屑,而稚鱼期则摄食桡足类,两者对桡足类饵料的争食十分激烈,因此土池育苗之前,应彻底清除斑纹

舌鰕虎鱼。脊尾白虾成体会大量摄食仔鱼,是大弹涂鱼土池育苗的重要敌害生物。松藻虫是一种淡水水生昆虫,属仰泳蝾科(*Notonectidae*),能捕食小幼苗。如果松藻虫大量繁殖,可以引进海水入土池,提高池水盐度,对松藻虫有一定的杀灭效果。

3 讨论

大弹涂鱼属于一次产卵类型,在一个生殖季节只能产卵一次^[10]。第1批和第2批仔鱼分别于2004年5月16日和5月31日开始孵出。根据大弹涂鱼胚胎发育时间^[11],推测第1批亲鱼开始产卵的时间大约在5月11日,第2批亲鱼大约在5月26日,每个产卵期可持续6 d左右,产卵期间池面上亲鱼的数量明显减少。据作者实地观察和当地渔民反映,生殖季节大弹涂鱼都在大潮前产卵,每个月有2个产卵期。据倪勇^[12]报道,日本的大弹涂鱼在小潮到大潮之间的产卵次数占总产卵次数的82.4%,情况与中

国的大弹涂鱼相似。大弹涂鱼这种有规律的产卵现象,是与外界环境变化密切相关的,潮汐可能是影响其生殖活动的主要因素之一。外界环境因子的变化,通过下丘脑-脑垂体-性腺的神经内分泌活动,调控着鱼类的生殖过程。虽然土池没有潮汐现象,但大弹涂鱼的遗传基因仍然起着调控生殖活动的作用。大弹涂鱼产卵规律的发现,对指导该种类的人工繁殖和育苗具有重要意义。作者目前正在研究潮汐变化与大弹涂鱼促性腺激素分泌的关系,以期从生殖内分泌角度来探讨其生殖机理。

虽然1和2号育苗土池投放的亲鱼数量多于3和4号,但3和4号育苗土池孵出的仔鱼数量却多于1和2号,这与放养亲鱼的年龄结构有关。大弹涂鱼1龄鱼的绝对生殖力平均为9 200粒,2龄鱼平均为12 700粒^[10]。1号池和2号池2龄亲鱼分别占亲鱼总数的19.4%和27.6%,而3号池和4号池则分别占72.0%和60.0%。

4口育苗池仔稚鱼培育期间,1号池脊尾白虾和斑纹舌鰕虎鱼等敌害生物数量最多,而3号池相对较少。因此,1号池仔稚鱼培育的成活率最低,3号池的最高。脊尾白虾不仅会残杀大弹涂鱼仔鱼,还会与大弹涂鱼仔稚鱼争夺饵料和空间;斑纹舌鰕虎鱼为肉食性鱼类,其成鱼会残杀大弹涂鱼仔稚鱼。由此可见,清池消毒是否彻底以及进水时如何防止敌害生物进入池内直接关系到育苗的成活率,是大弹涂鱼土池育苗的关键问题之一,值得重视。

大弹涂鱼仔稚鱼培育适温范围为27.0~32.1℃^[3]。本次育苗期间在5月25日遇到高温天气,而且育苗土池的水位较低,因此中午水温上升到33℃,傍晚高达35℃,第一批仔鱼出现大量死亡。以后遇到高温天气时,采取了在育苗池上方铺盖遮阴网的方法,将水温控制在32℃以下,取得了很好的效果。为了防止水温过高并保持水温的相对稳定,有条件的地区应选择水位达到80~120 cm的土池作为大弹涂鱼育苗池。

本试验观察到弹涂鱼仔鱼死亡的高峰期出现在3~5日龄,8日龄以后相对稳定,一般不会再出现死亡高峰期,这种现象与室内育苗相似^[3]。2~4日龄是大弹涂鱼仔鱼的混合性营养期,正处于内源营

养过渡到外源营养的关键时刻,营养生理上发生了重要的变化,而且仔鱼开口摄食时的口径小(226~255 μm)^[3],此时如果缺乏适口饵料,容易引起大量死亡。为了提高仔鱼成活率,必须提供较为丰富的开口饵料,在土池育苗的环境条件下,仔鱼孵化后2~4日龄除了泼洒海泥浆外,还要加投贝类担轮幼体作为仔鱼的开口饵料。

参考文献:

- [1] 蔡泽平. 大弹涂鱼生物学及养殖[J]. 南海研究与开发, 1988, 1: 77-80.
- [2] 林叔森, 方家仲. 大弹涂鱼 *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) 养殖技术研究[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(2): 96-104.
- [3] 张其永, 洪万树. 大弹涂鱼养殖技术和人工育苗研究进展[J]. 齐鲁渔业, 2003, 20(4): 1-4.
- [4] 洪万树, 张其永, 王明雄, 等. 人工管道诱导大弹涂鱼产卵研究[J]. 热带海洋学报, 2001, 20(3): 75-80.
- [5] 廖一久. 台湾省水产试验所东港分所简介[J]. 中国水产(中国台湾), 1986, 398: 23-27.
- [6] 张其永, 洪万树, 戴庆年, 等. 大弹涂鱼人工繁殖和仔稚鱼培育研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1987, 26(3): 366-373.
- [7] 古贺秀昭, 野田进治, 野口敏春, 等. ムツゴロウの人工増殖に関する研究—Ⅲ ふ化及 子稚魚飼育[J]. 佐贺县有明水产試験場研究報告, 1989, 11: 17-28.
- [8] 倪勇, 张其永, 陈德富, 等. 大弹涂鱼人工育苗技术研究[J]. 海洋渔业, 1993, 15(2): 56-62.
- [9] 方家仲, 林叔森. 池养大弹涂鱼自育繁殖的观察[J]. 水产养殖, 2001, 2: 31-33.
- [10] 张其永, 沈曙光, 张文胜, 等. 大弹涂鱼仔鱼的年龄、生长和生殖力研究[J]. 水产学报, 1990, 14(3): 179-188.
- [11] 洪万树, 张其永, 黄富钦. 大弹涂鱼受精卵孵化技术[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2000, 39(2): 241-245.
- [12] 倪勇. 日本大弹涂鱼增殖方法综述[J]. 海洋渔业, 1997, 19(1): 41-45.

(下转第49页)

Larval rearing of the mud skipper in the earth ponds

YE Qi-wang¹, HONG Wan-shu², ZHANG Qi-yong², JIANG Guo-qiang¹, CAI Zhu-jin¹,
WANG Chang-ge¹

(1. Fisheries Technique Promotion Station, Xiapu 355100, China; 2. Department of Oceanography, College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Received: Sep. ,28, 2004

Key words: mud skipper (*Boleophthalmus pectinirostris*); larval rearing; spawning and hatching

Abstract: Larval rearing of the mud skipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) was carried out in four earth ponds with an area of 835 m² each (total area 3 340 m²). 11 000 broodfish of ages 1~2 were introduced to the ponds. Two batches of larvae hatched from May 16 to May 21 and from May 31 to June 4, respectively. Hatching period lasted 5~6 days for each batch. 330 millions of newly hatched larvae were obtained. Sea slurry was sprayed and rotifers were introduced to the ponds for the initial feeding of the larvae. The earth ponds were also fertilized to grow algae and food organisms. Fresh water was pumped to the ponds to control salinity and the ponds were overshadowed to control water temperature. Larval rearing was achieved successively. A total number of 347 600 young fish were obtained after 34~53 days of rearing, with 2.31 cm in an average total length, 0.1 g in an average body weight and an average survival rate of 10.5%. The results indicated that the mud skipper broodfish could spawn spontaneously in the earth ponds without receiving hormonal injection and it is possible to culture mud skipper fry on a larger scale in the earth ponds.

(本文编辑:刘珊珊)