

鲟鱼的早期发育*

邱顺林 刘琳 王鸿泰

(中国水产科学研究院长江水产研究所)

提要 本文报道在江西省峡江县赣江鲟鱼产卵场人工授精后鲟鱼卵的胚胎发育及仔稚鱼形态特征。

主题词 鲟鱼、胚胎发育

鲟鱼 *Macrura reevesii* (Rich.) 是溯河性生殖洄游鱼类, 每年4—6月由海进入西江、钱塘江、长江水系产卵繁殖。有关鲟鱼胚胎发育的研究, 陆桂(1958—59)等^[1]、长江水产研究所[1973, 1981]分别在钱塘江和江西省赣江鲟鱼产卵场进行了这方面的工作, 但从鲟鱼受精卵到仔稚鱼完整的早期发育情况尚未见报导。作者通过1982年在江西省峡江县赣江鲟鱼产卵场进行的鲟鱼人工授精、孵化、仔稚鱼的培育试验, 系统地观察了鲟鱼早期发育的形态和特征。

材料与方 法

1982年6—7月进行了五批鲟鱼人工授精。每批取卵100粒置于培养皿内, 对胚胎发育作了连续观察。同时在室内环道中进行了鲟鱼孵化、仔稚鱼的培育试验。每天取样10尾, 用喹啉麻醉后, 在显微镜下测量, 观察其形态特征。

观 察 结 果

1、卵

(1) 卵的形态特征 鲟鱼卵为半漂浮性卵, 成熟的卵呈圆球状, 卵膜薄而光滑, 透明无色。卵径未吸水前为0.69—0.95毫米, 受精吸水后膨大, 卵径可达1.37—2.20毫米。卵黄具有鲱科鱼类的特征, 呈不规则的龟裂纹状; 卵内含有油球30多个, 油球球径0.05—0.15毫米。

(2) 胚胎发育 6月10日至7月8日, 进行了不同水温条件下胚胎发育速度的试验。试验表明胚胎发育的速度与孵化时的水温高低有关。试验结果见表1。

受精卵的分裂方式与硬骨鱼类相同, 为盘状分裂。在水温26.5—27.0°C时需3小时50分完成卵裂(图1, 2, 3)。受精后8小时45分, 胚体中段出现肌节2—3对; 胚孔封闭; 此

* 本文承陆桂教授审阅并提出宝贵意见, 江西省水产科学研究所黄烈茂、万新民、徐金星、金溱道; 江苏省淡水水产研究所朱成德、贾长春; 江西省峡江县农业局郑柏年, 以及本所黄汉敏参加这项工作, 一并志谢。

表1 不同水温条件下胚胎发育速度

Table 1 Developing speeds of embryo in different temperature

试验序号 Batch No.	受精时间 Fertilized time		仔鱼开始出膜时间 Beginning time of hatching		胚胎发育所需时间 (时,分) Necessary time for hatching (hr., min.)	水温 Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)	胚胎发育总热量 Total thermal quantity for hatching ($^{\circ}\text{C} \times \text{hr.}$)
	日期 Date	时间 Time	日期 Date	时间 Time			
1	1982.6.10	17:00	1982.6.11	12:00	17,00	26.5—27.0	451—459
2	1982.6.25	14:10	1982.6.26	10:40	18,30	25.0—27.0	463—500
3	1982.6.26	17:50	1982.6.27	11:20	17,30	25.0—27.5	438—481
4	1982.6.30	16:00	1982.7.1	9:10	17,00	26.0—27.0	442—459
5	1982.7.7	16:40	1982.7.8	9:20	16,40	28.0	466

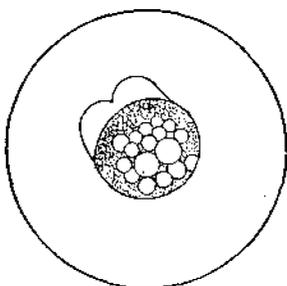


图1 2细胞期的鲷鱼胚胎

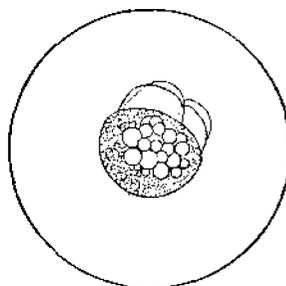
Fig. 1 2 cells stage of developing embryo of *Macrura reevesi*

图2 4细胞期的鲷鱼胚胎

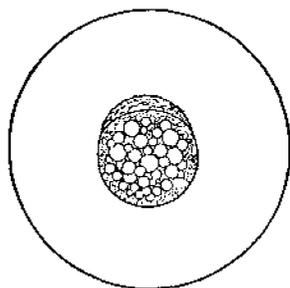
Fig. 2 4 cells stage of developing embryo of *Macrura reevesi*

图3 低囊胚期

Fig. 3 Low blastula stage

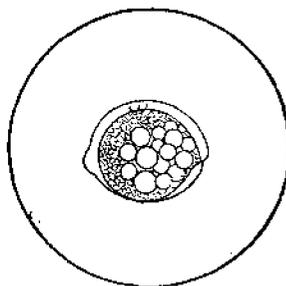


图4 胚孔封闭期

Fig. 4 Blastopore closed stage

时油球集中于胚孔附近(图4);肌节12对时;视囊出现缝状的视囊中腔(图5);肌节20对时,尾芽从卵黄囊上游离出来(图6)。受精后14小时15分,胚体开始颤动,约再半小时后,心脏开始跳动,仔鱼即将出膜(图7)。受精卵经过17小时的发育,仔鱼从尾部摆动破膜而出。胚胎发育时程详见表2。

表 2 鲟鱼胚胎发育时程

Table 2 The embryo developing timetable of the roeves shad

水温: 26.5—27.0℃

发育期 Developing Stages	各阶段的发育时间 Time of different stage		受精后累计时间 Accumulated time after fertilized	
	时 hr.	分 m.	时 hr.	分 m.
一、胚盘形成阶段(blastodisc formed period)				
1、受精(fertilization)	0	0	0	0
2、胚盘形成期(blastodisc formed stage)		30		30
二、卵裂阶段(cells division period)				
1、2细胞期(2 cells stage)		10		40
2、4细胞期(4 cells stage)		15		55
3、8细胞期(8 cells stage)		10	1	05
4、16细胞期(16 cells stage)		17	1	22
5、桑椹期(multicellular stage)		36	1	58
6、高囊胚期(higher blastula stage)		32	2	30
7、低囊胚期(lower blastula stage)	1	20	3	50
三、原肠形成阶段(archenteron formed period)				
1、原肠早期(early archenteron stage)		50	4	40
2、原肠中期(middle archenteron stage)		25	5	05
3、原肠晚期(later archenteron stage)	1	0	6	05
四、神经胚形成阶段(nerve formed period)				
1、神经胚期(nerve embryo stage)	1	30	7	35
2、肌节出现期(muscle segment stage)		35	8	10
3、胚孔封闭期(embryonic hole closed stage)		35	8	45
五、器官形成阶段(organ formed period)				
1、视囊形成期(optic sac formed stage)	1	0	9	45
2、视囊中空形成期(optic mid-cavity stage)		45	11	30
3、听板形成期(auditory plate formed stage)		30	12	0
4、尾芽形成期(tail bud formed stage)		30	12	30
5、肌肉效应期(muscle effect stage)	1	45	14	15
6、心脏跳动期(heart throbbing stage)		30	14	45
六、孵化阶段(hatching period)				
孵出前期(early hatching stage)	2	15	17	0

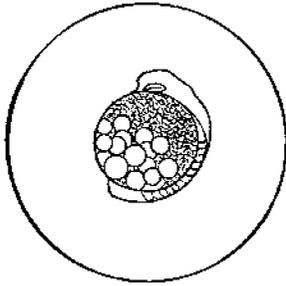


图5 视囊中腔形成期

Fig. 5 Mid-cavity of optic sac formed stage

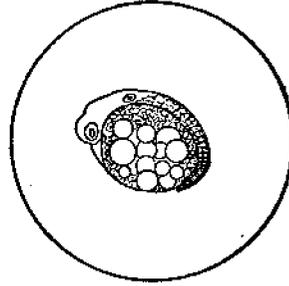
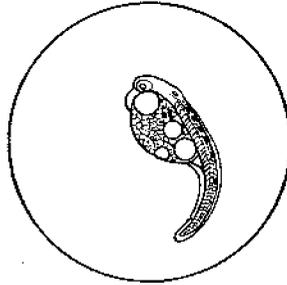


图6 尾芽形成期

Fig. 6 Tail bud formed stage



1mm

图7 孵出前期

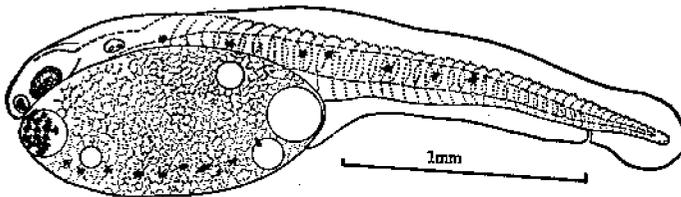
Fig. 7 pre-hatched stage

2、仔稚鱼的发育和形态特征

1) 仔鱼前期: 从仔鱼出膜到卵黄囊接近消失, 历时5天(水温 $26.0-29.5^{\circ}\text{C}$)。

初孵仔鱼期(图8); 仔鱼全长 $2.71-2.87$ 毫米, 平均 2.75 毫米, 体长 $2.62-2.81$ 毫米, 平均 2.69 毫米。仔鱼头部紧贴卵黄囊, 卵黄囊椭圆形, 卵黄囊长径为 $0.80-1.18$ 毫米, 短径 $0.60-0.70$ 毫米, 油球 $2-5$ 个, 大小 $0.14-0.28$ 毫米不等。口未开, 体无色透明而细长, 肌节 40 对, 背鳍鳍褶高 0.10 毫米, 始于听囊后方第 1 肌节处。仔鱼在静水中侧卧于水底, 靠尾部的摆动使鱼体缓缓地移动。

胸鳍芽出现期(图9); 孵出后 1 天, 仔鱼全长 $3.30-4.24$ 毫米, 平均 3.76 毫米, 体长

图8 初孵的鲢鱼仔鱼, 全长 2.81 毫米, 体长 2.70 毫米(孵出后 2 小时)Fig. 8 Just hatched fry, 2.81 mm in total length, 2.70 mm in body length

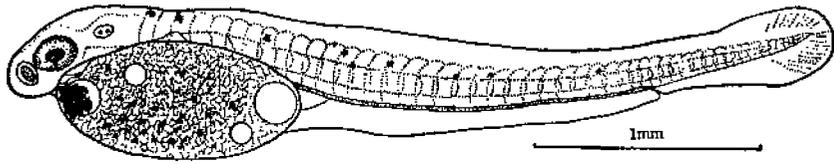


图9 孵出后1天,胸鳍芽出现,全长3.66毫米,体长3.51毫米

Fig. 9 Fry following hatched for 1 day, pectoral fin bud formed, 3.66 mm in total length, 3.51 mm in body length.

3.20—3.96 毫米,平均 3.62 毫米。头部伸出卵黄囊的前端,鳃弧和口裂出现,口下位,下颌已能活动,消化道细长,直管状,后端已与肛门相通,在卵黄囊上方第2—3肌节处出现“△”突起的胸鳍芽,眼出现黄绿色素,仔鱼已能摆动尾部徐徐上升到水面,并垂直停悬于水中,下沉时头部向下,缓缓地下降到水底。

鳔出现期: 孵出后2天,仔鱼全长3.69—4.90毫米,平均4.45毫米,体长3.59—4.48毫米,平均4.31毫米。鳔出现,位于第9—11肌节之间,视囊出现黑色素,鳃弧3对,鳃盖皮褶已盖过第2鳃弧,口宽约190微米,少数个体大的仔鱼开口、摄食。镜检肠道见有少量绿色食物,经检定为裸藻(*Euglena*)和实球藻(*Eudorina*)。

背鳍原基出现期(图10): 孵出后4天,仔鱼全长5.17—5.78毫米,平均5.50毫米,体长5.00—5.58毫米,平均5.31毫米。在第25—30肌节的上方,出现弧状突起的背鳍原基,鳃弧4对,鳔已充气,血液循环清晰可见,鳔已充气,眼呈黑色、中位。消化道已分为食道和肠道,肠道前端胃区开始膨大,并与鳔相通。

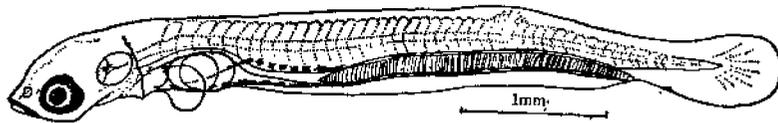


图10 孵出后4天,背鳍原基出现,全长5.36毫米,体长5.12毫米。

Fig. 10 Fry following hatched for 4 days, dorsal fin rudiment appeared, 5.36 mm in total length, 5.12 mm in body length.

卵黄囊接近消失期(图11): 孵出后5天,仔鱼全长5.50—6.08毫米,平均5.76毫米,体长5.23—5.92毫米,平均5.61毫米。卵黄囊接近消失,卵黄囊长径为0.15—0.18毫米,短径0.10—0.11毫米,油球残存一个可以辨认的小圆点,油球径0.05—0.06毫米。鳃盖皮褶发育完善,已盖过第4对鳃弧,鳃弧长出乳状突起,口端位,口宽250微米左右,仔鱼以轮虫和无节幼体为食。

2) 仔鱼后期: 从仔鱼卵黄囊消失至奇鳍褶接近消失,历时6天(水温28.0—33.0°C)。

背鳍鳍条和臀鳍原基出现期(图12): 孵出后11天,仔鱼全长8.00—10.50毫米,平均9.27毫米,体长7.46—10.10毫米,平均8.58毫米。背鳍移至体长中线之后,第19—27肌节上方,有鳍条16根。臀鳍鳍褶出现幅射状的原基,位于第36—40肌节的下方,鳃丝由乳状突起发育成羽状的鳃小片,口宽约400微米,食个体比较大的桡足类和枝角类。

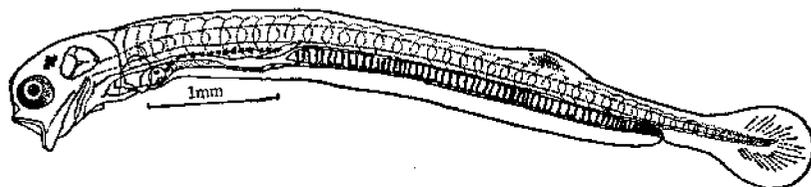


图 11 孵出后 5 天,卵黄囊接近消失,全长 6.07 毫米,体长 5.76 毫米。

Fig. 11 Fry following hatched for 5 days, yolk sac nearly disappear 6.07 mm in total length, 5.76 mm in body length.

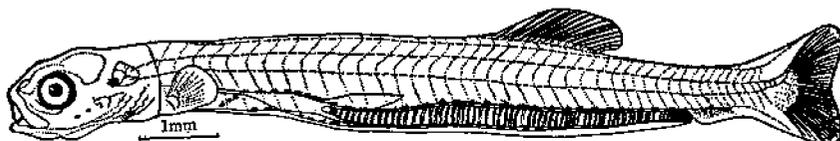


图 12 孵出后 11 天,背鳍条和臀鳍原基出现,全长 10.14 毫米,体长 9.71 毫米

Fig. 12 Fry following hatched for 11 days, dorsal fin rays and anal fin rudiment appeared, 10.14 mm in total length, 9.71 mm in body length.

3) 稚鱼: 从奇鳍褶消失至鱼体全身披鳞,历时 18 天(水温为 29.0—34.0°C)。

腹鳍鳍条出现期(图 13): 孵出后 20 天。稚鱼全长 13.12—15.50 毫米,平均 14.52 毫米,体长 11.68—14.08 毫米,平均 12.89 毫米。腹鳍基位于背鳍起点之前,有鳍条 6 根,胸鳍移至腹位,鳍条 14 根,臀鳍鳍条 15—18 根,尾鳍后缘内陷呈深义形,有鳍条 30—31 根,各鳍褶几乎全部消失,仅残留一点肛前褶,奇偶鳍的全部形成,游泳速度加快,捕食能力加强,摄食旺盛,生长迅速。

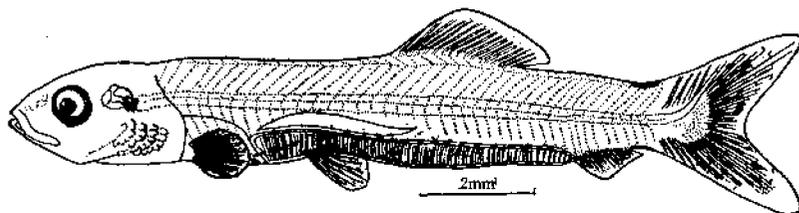


图 13 孵化后 20 天,腹鳍条出现,全长 13.68 毫米,体长 11.57 毫米

Fig. 13 Fry following hatched for 20 days, ventral fin rays appeared, 13.68 mm in total length, 11.57 mm length.

鳞片出现期(图 14): 孵出后 23 天,稚鱼全长 15.50—17.40 毫米,平均 16.68 毫米,体长 12.92—15.00 毫米,平均 13.86 毫米。鱼体体壁肌肉增厚,内脏隐约可见,肠内有皱褶 90 余个。鱼体尾部,胸鳍附近腹侧出现鳞片,腹部出现腹棱。头部顶骨、上颌骨、齿骨、鳃盖骨后下缘有密集的黑色素点。稚鱼游泳敏捷,常成群游动于水的中下层。

鳞片完全形成期(图 15): 孵出后 29 天,稚鱼全长 21.66—23.36 毫米,平均 22.61 毫米,体长 18.08—19.20 毫米,平均 18.65 毫米。全身披鳞,腹缘棱鳞 13—18+11—12,肛前褶消失,口前上位,上颌骨中央有一深的缺刻,眼侧上位,胃形成贲、幽二胃,幽门胃部

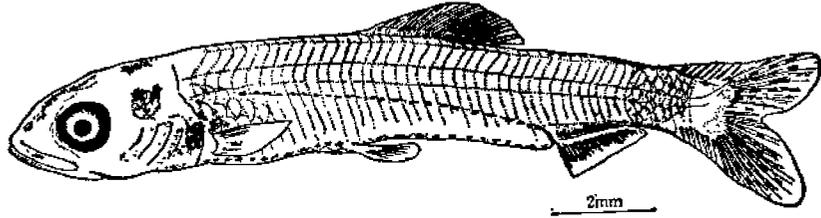


图 14 孵出后 23 天,鳞片开始出现,全长 16.00 毫米,体长 14.50 毫米
 Fig. 14 Fry following hatched for 23 days, the scales began appearing, 16.00mm in total length, 14.50 mm in body length.

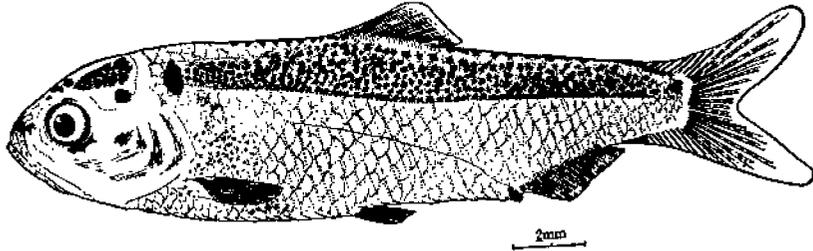


图 15 孵出后 29 天,鳞片完全形成,全长 23.08 毫米,体长 18.98 毫米
 Fig. 15 Fry following hatched for 29 days, the scales fully formed, 23.08mm in total length, 18.98 mm in body length.

出现幽门盲囊,稚鱼体背呈青灰色,黑色素与黄色素相间分布,腹部银白色,体侧扁,酷似成鱼。至此,稚鱼已可移至池塘继续培育或人工放流。

小 结 和 讨 论

1. 鲌鱼的卵为半漂浮性卵,成熟卵的卵径为 0.69—0.95 毫米,吸水膨胀后卵径可达 1.37—2.20 毫米。卵内含有油球 30 多个。

2. 鲌鱼受精卵的分裂方式与硬骨鱼类卵裂的方式相同,属盘状分裂。在水温 26.5—27.0°C 时,卵从受精到仔鱼出膜需要 17 小时。仔稚鱼培育期间水温 26.0—34.0°C,从仔鱼出膜到稚鱼鳞片完全形成需要 29 天。

3. 初孵仔鱼体长 2.62—2.81 毫米,孵出后 2 天的仔鱼体长为 3.59—4.48 毫米,少数个体大的仔鱼口开、摄食。孵出后 6 天的仔鱼,卵黄囊耗尽、仔鱼由内源性营养转为外源性营养。孵出后 20 天的稚鱼,奇偶鳍全部形成,游泳速加快,摄食旺盛,生长迅速。孵出后 29 天,稚鱼体长已长到 18.08—19.20 毫米,全身披鳞,外形已似成鱼。

4. 仔鱼在环道中培育存活率较高、生长快,其原因是环道中的水域环境与江湖中的自然生态条件较为接近,仔鱼器官发育正常。如在卵黄囊耗尽之前,仔鱼已口开主动摄食,即使在卵黄囊全部吸收之后,也不会因内部营养补充中断而致死。陆桂等(1958—1959)、长江水产研究所(1973、1981)曾用培养缸、孵化箱培育仔鲌鱼,在第 3—6 天发生大

批死苗,究其原因可能是由于小生态环境中生长条件差,仔鱼器官发育受阻,不能及时开口摄食,从而得不到外界营养补充所引起的。

参 考 文 献

- [1] 陆桂等,1964。钱塘江鲢鱼的自然繁殖及人工繁殖。上海水产学院论文集,1—28。
 [2] 张孝威等,1981年。青鳞鱼早期形态和习性的观察。鱼类学论文集,第1集,57—63。
 [3] 沙学绅等,1982。鳊鱼的习性及早发育形态。鱼类学论文集,第2集,81—90。
 [4] 王令玲等,1981。尼罗罗非鱼胚胎及胚后发育的观察。动物学报,27(4):327—335。
 [5] 朱成德等,1985。鳊鱼仔鱼食性与生长的初步研究。水生生物学报,9(1):13—17。
 [6] Divanch, P.; Kentouri, M. et Paris, J., 1982. Etapes du développement embryonnaire et larvaire du sar, *Diplodus sargus* L., en élevage. *Aquaculture*, 27: 339—353.

OBSERVATION ON THE EARLY DEVELOPMENT OF REEVES SHAD

Qiu Shulin, Liu Lin and Wang Hongtai

(Changjiang Fisheries Research Institute)

ABSTRACT Reeves shad, *Macrura reevesii* (Rich.) is one of high value fish in China. It spawns once a year in Gan Jiang river, Jiangxi Province, during the period from June to July. The size of fertilized egg ranges from 1.37 to 2.20 mm in diameter after absorbing water. The egg is spherical, transparent and semi-pelagic. There are a few of oil globules that range from 0.05 to 0.15 mm in diameter in the yolk. At the water temperature of 26.5—27.0°C, the first division began at 40 minutes after fertilization. About 3 hours and 50 minutes the preblastula stage reached, and the neurula stage reached at 7 hours and 35 minutes after fertilization. About 17 hours after fertilization, the hatching process completed.

The newly-hatched fish measured 2.75 mm in average body length (range 2.71—2.87 mm). Two-day-old fish measured 4.45 mm in average (range 3.69—4.90 mm), and began to swim horizontally. Four-day-old fish opened mouth, the width of the mouth is about 190 μm, and tried to take food. Five-day-old fish measured 5.76 mm on average (range 5.50—6.08 mm), its yolk sac nearly absorbed, a few of oil globules remains. The digestive canal is completed and divided into two parts—esophagus and intestines. Eleven-day-old fish measured 9.27 mm on average (range 8.00—10.50 mm) began to swallow Cladoceran and Copepod larvae. Twenty-nine-day-old fish is covered with scales on all surface of its body.

KEY WORDS Reeves Shad, *Macrura reevesii* (Rich), Embryonic development