

华鲮人工繁殖和早期发育的研究

宋天祥 马 骏

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

提要 1992年5月~7月分别对9组华鲮亲鱼进行的催产试验结果进行分析, 并对其早期发育进行了较为详细的观察。华鲮受精卵在水温为22~33℃的条件下胚胎发育时间为54~74h, 水温34℃左右时仍能正常发育; 孵出时眼黑色, 胸鳍基已形成, 有发达的居氏管; 孵出后第二天鳔即充气, 第三天可以摄食并能自由在水层生活。

关键词 华鲮 人工繁殖 早期发育

华鲮 (*Sarcocheilichthys sinensis sinensis* Bleeker) 是鲤科 (Cyprinidae)、鲃亚科 (Gobioninae) 中较为常见的小型鱼类, 因其体色鲜艳、易于饲养等特点, 作为观赏鱼已受到人们的喜爱。鲮属鱼类在我国记载的有8种, 而只有1951年前苏联学者对黑龙江流域的东北鲮 (*S. lacustris* Dybowski) 的早期发育作过简单记述^[1]。本文通过对华鲮的人工繁殖和早期发育的研究, 旨在为野生华鲮驯化与人工繁殖积累经验, 为鲮属鱼类的发育生物学提供基础资料。

1 材料与方 法

1992年3~5月分别从湖北省汉阳县沌口镇、汉南农场水洪村收集亲鱼51尾, 养于室内水泥池中, 投以浮游生物和水蚯蚓进行适应性饲养, 使其性腺处于良好状态, 为人工催产准备条件。5~7月分别对9组亲鱼进行催产试验, 使用的激素为中国科学院上海生物化学研究所东风生化技术公司生产的促性腺激素释放激素类似物 (LRH-A)、中山大学生物系研制的地欧酮 (DOM)。采用胸鳍基部注射法催产, 干法人工授精^[2]; 在培养皿中进行授精操作和观察胚胎发育; 比较不同水温下胚胎发育的进程; 并在显示显微镜下对精子活力进行了研究。

2 结 果

2.1 人工催情

华鲮雌、雄鱼1龄已达性成熟, 在天然水域中4~7月繁殖, 适宜水温(16~28℃), 产卵时要求一定的流水刺激。产漂流性卵, 怀卵量在1040~5580粒之间。体长71mm、体重8.8g以上的个体可以用于催产。

来稿日期: 1994-10-22; 接受日期: 1995-01-13。

作者简介: 宋天祥, 男, 1965年生, 助理研究员。1987年毕业于厦门大学生物系, 1993年于中国科学院水生生物研究所获硕士学位, 主要从事鱼类生态学研究。

2.1.1 成熟亲鱼的选择 判断亲鱼性腺发育良好与否是人工繁殖的首要环节。雌鱼因其产卵管口径小,难以采取挖卵的方法来判断其成熟状况,但根据其腹部泛红鼓胀、体色浅而略呈淡红色、产卵管延长至 9mm 以上且基部膨大等特点可视为性腺发育良好;雄鱼精巢小,挤压成熟的亲鱼腹部通常仅有少许精液溢出,成熟状况判断主要是以其体色深、吻端具有明显珠星为标准。精液质量的判断依据主要是在显微镜下观察精子的活力。精子剧烈运动时间在 30~70s 范围内可视为正常精子,其受精率和孵化率较高。

2.1.2 人工催产 1992 年 5~7 月分别对 9 组亲鱼进行催产试验。催产前先将挑选的亲鱼放入玻璃缸内驯养 2d, 然后进行催产。

催产剂的时间、剂量、注射次数及间距列于表 1。LRH-A 的使用剂量范围在 0.12~0.75 $\mu\text{g}/\text{g}$ 之间,注射 2~4 次,视水温和性腺成熟的状况,间距 5~60h,雄鱼注射剂量等量或减半,注射用水在 0.5mL 左右。每尾雌鱼配一尾或两尾雄鱼。催产效果见表 1。

表 1 华鲟人工催产情况

Tab. 1 The result of artificial propagation of *S. sinensis*

日期 (月· 日)	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	亲鱼配组 雌 雄 (g) (g)	第一次注射 剂量、时间	第二次注射 剂量、时间	第三次注射 剂量、时间	效 应 期	催产结果	备 注
5.3	{ 21.8 27.8 22.6	{ 32.0 28.0 36.0	5.3, 22:00 LRH-A 0.05 $\mu\text{g}/\text{g}$ 雄鱼减半	5.4, 21:00 LRH-A 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ 雄鱼减半			未产	解剖雌鱼,卵径分布在 0.2~1.9 mm 之间,未见游离卵粒
6.9	{ 25.0 28.0	{ 23.0 11.6	6.9, 9:00 LRH-A+DOM 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ +5 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.11, 21:00 第 I 组 LRH-A 0.15 $\mu\text{g}/\text{g}$	-	26h	6月9日挤 I 组卵 61 粒, 6月10日挤 I 组卵 49 粒, 无一受精	6月12日 23:00 II 自产 212 粒, 均未受精, 解剖雄鱼发育较差
6.18	{ 24.4 25.2	{ 27.0 43.5	6.18, 16:00 LRH-A 0.02 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.18, 21:00 LRH-A 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ \uparrow 减半	-	26h	6月19日 22:45 挤卵 81 粒, 受精率为 6.2%, 孵化率为 20.0%	
6.25	{ 22.5 23.5	{ 28.0 20.0 24.0	6.25, 10:45 LRH-A 0.05 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.25, 22:30 LRH-A 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.26, 24:00 LRH-A+DOM 0.15 $\mu\text{g}/\text{g}$ +5 $\mu\text{g}/\text{g}$	16h	27日 16:00 挤卵 146 粒, 卵分三批受精试验	1) 85 粒 \times \uparrow , 出苗 12 2) 23 粒不受精 3) 33 粒 \times 鲟鲫 \uparrow 苗 2
6.25	{ 22.5 23.5	{ 21.0 17.0 18.0	6.25, 10:45 LRH-A 0.02 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.25, 22:30 LRH-A 0.04 $\mu\text{g}/\text{g}$	6.25, 24:00 LRH-A+DOM 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ +5 $\mu\text{g}/\text{g}$	27h	4日 11:56 自产 34 粒受精率 73.5%, 16:00 挤卵 289 粒受精率 10.3%	7月3日 9:00 注射 LRH-A 0.15 $\mu\text{g}/\text{g}$ (第四次注射)
7.7	{ 24.3 28.8	{ 26.5 33.0 28.5	7.7, 9:00 LRH-A 0.2 $\mu\text{g}/\text{g}$	7.9, 9:00 LRH-A 0.25 $\mu\text{g}/\text{g}$	7.10, 16:00 LRH-A+DOM 0.3 $\mu\text{g}/\text{g}$ +5 $\mu\text{g}/\text{g}$	15h	11日 7:15 挤卵 28 粒, 受精率 75%, 孵化 90.4% 17 时挤卵 812 粒, 受精率 30.0%, 孵化率 34.0% 17 时卵大小、形态差别明显	

亲鱼注射激素后随即放回水族箱内,经常观察有无剧烈活动等发情行为。当发现亲鱼活动剧烈时,应每间隔 4h 时捕起雌鱼,轻压腹部,如有卵自产卵管流出,可视为采卵的合适时机。将雌鱼体表水擦干,挤卵于干净的培养皿中,然后取出雄鱼,挤精液于培养皿内,并用少量的水冲洗泄殖孔,用鸡毛在培养皿中迅速将精子和卵混匀,加少许水使卵充分受精。受精卵分装在培养皿中孵化。

发情后若不及时捕捉雌鱼挤卵,则其有可能在水族箱自行产卵或滞留在卵巢内造成卵过熟。

2.1.3 精子的活力 华鯨精巢中精子的活力有较大的差别。精子在光学显微镜下呈淡绿色,头部膨大,鞭毛细长。精液接触水后,精子活动先后有三种运动形态:

- (1) 剧烈运动:精子活动十分迅速,无方向性。
- (2) 直线运动:经过数十秒后,精子沿一定方向作直线运动。
- (3) 颤动:精子丧失游动能力,在原地颤动。

对两尾成熟雄鱼挤精液进行精子活力观察,结果显示:剧烈运动时间为 30~72s,直线运动时间为 64~128s,颤动时间为 42~66s(表 2)。对另一尾成熟亲鱼,杀死后立即取出精巢,分前、中、后三段观察精子的活动,据两次测定得精子活力的数据,结果列于表 3。

表 2 华鯨精子活力观察
Tab. 2 Activities of sperm of *S. sinensis sinensis*

运动方式	运 动 时 间 (s)							
剧烈运动	47	53	43	72	30	45	43	45
直线运动	109	99	64	80	128	100	85	113
颤 动	57	64	48	42	66	54	52	47

表 3 华鯨精巢不同部位的精子活力比较

Tab. 3 Comparison of activities of sperm in different sections of spermary of *S. sinensis sinensis*

运动方式	运 动 时 间 (s)					
	前 段	中 段		后 段		
剧烈运动	10	16	45	37	55	43
直线运动	10	16	99	65	75	84
颤 动	35	37	95	34	55	77

2.2 胚胎发育

卵呈圆球形,淡黄色,卵径在 1.60~2.00mm 之间,受精遇水后 2min 卵膜吸水膨胀,形成卵周隙。经约 1~2h 卵膜充分膨胀,直径变动在 3.70~4.7mm 之间,平均为 4.36mm。卵膜无色透明。受精后时间 45~90min,受精卵的动物极与植物极明显分化。动物极小,原生质致密而微微隆起形成胚盘;植物极卵黄颗粒大。在培养皿中轻轻拨动受精卵,其动物极始终朝上。

胚胎各阶段的发育期及主要特征见表 4(图版 I:1~16 和图版 II:1~10)。

胚胎发育过程中,卵黄中具有油滴,颜色与卵黄相近,大小不一致,一般是 2~3 滴,通常都较小,有时可见较大的油滴,直径可达卵黄囊径的 1/7。

胚胎发育的时序与水温息息相关,不同温度条件下,孵化所经历的时间有明显的差别,而从积温上看大体一致(表4)。在培养皿中观察胚胎发育时的水温范围为 22.5~34℃,胚胎发育正常。

表 4 华鲟胚胎发育时序

Tab. 4 The time listing of embryonic development of *S. sinensis sinensis*

发育期	距受精时间 (h:min)				主要特征
	(1)	(2)	(3)	(4)	
胚盘期	1.30	1.10	0.45		膜膨胀,动物极微微隆起
2-细胞期	2.00	1.35	1.20		
4-细胞期	2.15	1.45	1.30		
8-细胞期	2.30	1.55	1.40		
16-细胞期	2.40	2.05			
32-细胞期	3.00	2.25			原生质网密集
多细胞期	3.20	3.15	3.00		
桑椹期	4.20	4.05	3.45		卵黄囊上可见油滴
囊胚早期	4.45	4.25	4.20		细胞向上堆积,细胞颜色变深,卵胚层变低
囊胚中期	6.20	5.50	5.10		细胞继续向上堆积,向下扩散
囊胚晚期	8.20	7.00	6.10		开始包裹动物极
原肠早期	10.15	7.25			
原肠中期	11.25	8.45			
原肠晚期	14.00	11.15			
神经胚期	17.40	12.15		10.45	下包 5/6,仅卵黄栓外露,神经板雏形出现
胚孔封闭期	18.30	14.00		11.15	锥形胚体形成,可分头尾
肌节出现期	19.15	15.45		11.35	胚体出现 3 对肌节
眼基出现期	19.40	16.05		11.45	出现眼基,肌节 5 对,隐约可见脊索
眼囊期	20.50	17.15		12.25	眼囊扁豆形,中间有缝,肌节 7 对
嗅板期	21.30	18.05	15.40	12.55	肌节 8 对
尾芽期	21.45	19.55			尾芽延长,肌节 10 对
听囊期	22.40	20.30	17.45		椭圆形听囊出现,卵黄囊呈梨形,肌节 14 对
尾泡出现期	23.45	21.30	19.05		肌节 16 对
尾鳍出现期	25.10	22.45	20.25		尾部外伸,卵黄囊胸部呈球形,肌节 18 对
晶体形成期	27.15	24.30			嗅窝出现,肌节 20 对
肌肉效应期	27.50	25.00			胚体开始有节律收缩,尾鳍褶明显
心脏原基期	28.15	25.30			头部与胸部卵黄囊交界处形成围心腔
耳石出现期	28.30	25.45		19.15	
心脏搏动期	30.45	27.05	24.40	20.55	胚体大幅度扭动,可见心跳
眼黄色素期	61.05	58.00			胚体扭动次数 92~135 次/min
眼黑色素期	64.30	60.15			
孵出期	73.30	64.55	54.10	44.45	
积温(℃·h)	1745.6	1726.9	1522.9	1474.5	

* (1) 22.5~25.0℃; (2) 24.7~28.5℃; (3) 26.3~30.0℃; (4) 31.9~34.0℃。

2.3 胚后发育

(1) 孵化期:刚孵出的仔鱼呈淡黄色,全长在 5.4~7.4mm 之间;卵黄囊前部为圆球形,后部紧缩呈棒状;头部出现腮弧,眼已黑,眼径约为 0.4mm;在第 2~3 对肌节处出现胸鳍基;围心腔罩在卵黄囊前端,居氏管和尾下静脉显现血液流动,血液无颜色。肛门肌节 25

对,肛门后肌节 13 对。肌节数为 38(25+13)。此时仔鱼每隔 1~2s 向上或向前窜动(图版Ⅲ:1)。孵出后 2h,血液逐渐变红,胸鳍基可以划动。约 6h 鳃丝出现。10h 左右可见鳔雏形(图版Ⅲ:2)。

(2) 鳔一室期:孵出后 1d,仔鱼能贴壁游动;鳔一室,已充气;卵黄囊已明显变小;肠管显现;口亚下位,口宽约 0.25mm;头顶部聚集黑色素,沿椎骨上有一行色素;脊索末端上翘;肌节数为 40(25+15),平均全长为 7mm。

(3) 肠管贯通期:孵出后 2~3d,肠管已贯通,解剖镜下可见食物;孵黄尚未吸尽;仔鱼可在水层中生活,胸鳍运动迅速;尾鳍褶出现放射状纹。全长约 8~9mm。

(4) 卵黄吸尽期:孵出后 3d,背鳍褶开始分化;卵黄已吸尽;沿椎骨和肠管各有一列色素。

(5) 鳔二室期:孵出后 4~5d,鳔形成两室,均已充气;背部前端、鳃盖骨及胸鳍基部均有大的色素,脊索末端下梢色素增多;肌节数为 41(25+16)。全长约 10mm。

(6) 背鳍条出现期:孵出后 5~6d,背鳍褶上逐渐出现雏形鳍条,在其基部出现一团色素(图版Ⅲ:3)。

(7) 背鳍形成期:孵出后 6~7d,背鳍条生成,形成背鳍;尾鳍褶出现分叉;眼径约为 0.6mm;肌节数为 43(25+17)。全长约 11mm。

(8) 尾鳍形成期:孵出后 7~8d,尾鳍褶逐渐消失,尾鳍形成;臀鳍芽出现。

(9) 臀鳍形成期:孵出后 8~9d,臀鳍芽逐渐显现鳍条,鳍褶最后消失形成臀鳍;腹鳍芽已出现(图版Ⅲ:4)。

(10) 腹鳍形成期:孵出后 10d,鱼苗体色变深;腹鳍形成。

到 11d 为止,各鳍条基本形成。全长约 12mm。肌节数为 42(25+17)。

孵出后 24d,背鳍基部黑色素增多;尾柄处的色素变大;摄食比较旺盛;肌节数为 43(25+18)。全长约 17.5mm。

(11) 条纹出现期:孵出后约 28d,体表出现四条黑条纹。全长约 22mm。

(12) 鳞片生成期:约至 37d,鳞片逐渐长出,最先出现在体侧,由头后向尾部铺延。全长约 26mm(图版Ⅲ:5)。

3 讨论

3.1 亲鱼性腺的成熟状况对繁殖的影响

华鲸属分批产卵鱼类,通常在水温 17℃左右开始繁殖。繁殖季节亲鱼卵巢中存在着三种发育程度不同的卵母细胞,它们在繁殖季节中分批成熟、分批产出。

本实验人工催产的华鲸虽多数产了卵,但仅两次受精率达到 70%,其余的受精率和孵化率都较低。究其原因,作者认为主要在于:

(1) 亲鱼多数是繁殖盛期之后(5月下旬至6月)收集的,大多数都已产过一次卵;

(2) 由于卵巢中卵母细胞发育不同步,注射剂量、次数和采卵时机都不易掌握,一般挤卵过早则多数卵不够成熟,稍延搁又会导致卵的过熟;

(3) 精母细胞发育差,即使多次注射催产剂,挤出的精液量也有限,肉眼常见不到白色精液,组织切片检视,通常精巢中成熟精子少。

作者曾于 1992 年 5 月从汉阳收集一批亲鱼在本所水泥池中饲养,到 7 月 17 日检查,发现雌鱼腹部软且膨胀,轻压即有卵流出,共获卵 297 颗,当即人工授精,受精率为 71.83%,孵出鱼苗 137 尾,出苗率为 67.88%,平均水温为 29.2℃。因此,性腺发育十分良好的亲鱼即使不注射催产剂,精巢中也存在较多的精子,如适时挤出的成熟卵,其受精率和胚胎发育也能达到正常水平。由此看来,华鲮的人工繁殖技术难度并不大,关键在于选择好符合催产要求的亲鱼,如成熟程度较差,可低剂量地注射催产剂催熟(见第 8 组催产实验)或经培育一段时间再选用催产,预计一般都能达到预期效果。

3.2 卵的成熟状况对受精和胚胎发育的影响

朱洗等^[2]在研究金鱼、鲤鱼、鳊鱼的不同成熟程度卵球的受精和胚胎发育的关系时,将不同成熟的卵球分为三种类型:不够成熟、适当成熟、过分成熟,并发现“金鱼卵的适当成熟的时间,在低温环境中(15℃),可延长到一天之久,在自然的温度中(22~25℃),至多只有 8~10h 时,唯有在这一时期,得到受精,胚胎才有正常的发育”^[3]。

华鲮人工繁殖试验中所催出的卵也有类似情形,所不同的是有时在催出的同一批卵中同时出现三种不同类型的卵。例如 1992 年 7 月 7 日催出的卵加入精液后出现三种情况:一种卵较小,卵径在 1.0~1.5mm 之间,遇水膨胀后卵膜径较小,在 2.0~3.5mm 之间,未受精,卵细胞不分裂,不久即自行解体;第二种卵径在 1.7~1.9mm,卵饱满,圆整,遇水后强烈吸水,卵膜弹性大,直径在 4.0~5.0mm,受精卵正常分裂,发育时序整齐;第三种卵与正常卵大小相差无几,但其透明性和弹性均较差,卵黄囊形状不规则,受精效果差,胚胎早期卵裂亦不正常,不久就陆续解体。这说明分批次产卵的鱼类由于卵母细胞的发育不同步,比一次性产卵的鱼类更易出现成熟度参差不齐的卵球,而只有适当成熟的卵才能正常发育孵化。

3.3 早期发育的特点

华鲮的受精卵为漂流性卵,有较大的卵周隙,其早期发育从总体上来看,与一般鲤科鱼类的发生规律相似^[4~7],但也有其特点:

(1) 相同水温条件下,华鲮胚胎发育时间较“四大家鱼”和铜鱼慢,在水温 34℃ 时胚胎仍能正常发育。

(2) 受精后,卵表面原生质均往动物极集中,动物极始终朝上。

(3) 有较大的卵周隙且卵黄囊上有油滴,增大了卵的浮力,在流水状态下,卵能随水漂流。尾鳍出现时期,卵黄囊前端变得较膨大,呈球型。

(4) 在膜内已长出胸鳍芽;居氏管发达,开始有血液循环。

(5) 与铜鱼相似,出膜时眼睛已处于眼黑色素期,而青、草、鲢、鳙等出膜后,经历眼黄色素期后才渐次变黑;鳃弧已出现,出膜后 2h 血液开始变成红色。

(6) 鳔出现较早,第二天就已充气,出现在肠管贯通期之前。

(7) 消化器官发育较快,孵出后第二天即进入混合营养阶段,鱼苗阶段易于饲养,其成活率较高。

致谢 本文在邓中森研究员指导下完成,胡贻智、王剑伟两先生为实验的开展提供帮助,何大仁教授帮助翻译俄文文献,蔡鸣俊先生绘制插图,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 Крыжановский С Г, Смирнов А И, и Соин С Г. Материалы ло развитию рыб р Амура Тр Амурск НХТ ЭКл. 1945~1949 гг. т II, 1951: 121~124
- 2 刘建康等. 中国淡水鱼类养殖学, 第3版. 北京: 科学出版社, 1992. 65~131
- 3 朱 洗等. 金鱼、鲤、鳊的不同成熟程度卵球的受精和胚胎发育的关系. 实验生物学报, 1960, 7(12): 47~58
- 4 余志堂等. 铜鱼和圆口铜鱼早期发育. 水生生物集刊, 1984, 8(4): 371~380
- 5 易伯鲁等. 长江草、青、鲢、鳙及其他产漂流性卵鱼类胚胎发育的比较研究. 见: 太平洋西部渔业研究委员会第八次全体会议论文集. 北京: 科学出版社, 1966. 37~53
- 6 易伯鲁等. 长江草、鱼、鲢、鳙四大家鱼早期发育的研究. 见: 葛洲坝水利枢纽与四大家鱼. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1988. 69~112
- 7 Bagalen T B and E Braum, Eggs and early life history. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3rd edition. IBP Handbooks No. 3. Blackwell Sci Publ, 1978

ARTIFICIAL PROPAGATION AND EARLY DEVELOPMENT OF *SARCOCHEILICHTHYS SINENSIS SINENSIS*

Song Tianxiang Ma Jun

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract

The study on artificial propagation and early development of *Sarcocheilichthys sinensis sinensis* was carried out from May to July in 1992. The results show that hormone with better effect is LRH-A mixed with DOM through the propagation of 9 pairs of brood fish. Eggs hatch in 54—74 hours under water temperatures ranging from 22.5 C to 34.0 C, and can develop normally at 34 C. The embryonic and postembryonic development was observed continually before emergence of scales. The early development is subdivided into 44 stages, and its morphological features are rather similar to those of other cyprinidae fishes which also lay drifting eggs. However, the fish has its own characteristics: there are oil-globule on the yolk sac. When hatching, its eyes become dark, pectoral fin buds has formed and vein cardinalis communis has developed well. The larvae has one chamber air bladder hatching after one day and starts swimming and feeding in the next day.

Key Words *Sarcocheilichthys sinensis sinensis*, artificial propagation, early development

图 版 说 明

图版 I : 华鲸的胚胎发育

Plate 1 The embryonic development of *S. Sinensis*

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1: 受精卵, 胚盘期 fertilized egg, embryonic disc stage; | 3: 4 细胞期 4-cell stage; |
| 2: 2 细胞期 2-cell stage; | 5: 16 细胞期 16-cell stage; |
| 4: 8 细胞期 8-cell stage; | 7: 多细胞期 multicellular stage; |
| 6: 32 细胞期 32-cell stage; | 9: 囊胚早期 early blastula stage; |
| 8: 桑椹期 morula stage; | 11: 囊胚晚期 late blastula stage; |
| 10: 囊胚中期 mid blastula stage; | 13: 原肠中期 mid gastrula stage; |
| 12: 原肠早期 early gastrula stage; | 15: 神经胚期 neurula stage; |
| 14: 原肠晚期 late gastrula stage; | |
| 16: 胚孔封闭期 blastopore closure stage; | |

图版 II : 华鲸的胚胎发育

Plate 2 The embryonic development of *S. Sinensis*

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1: 肌节出现期 myomere appearance stage; | 2: 眼基出现期 optic rudiment stage; |
| 3: 眼囊期 optic vesicle stage; | 4: 嗅板期 olfactory placode stage; |
| 5: 尾芽期 tail bud stage; | 6: 听囊期 otic capsule stage; |
| 7: 尾泡出现期 tail vesicle stage; | 8: 晶体形成期 lens formation stage; |
| 9: 肌肉效应期 muscular contraction stage; | 10: 眼黑色素期 melanoid eye stage; |

图版 III : 华鲸的胚胎发育

Plate 3 The embryonic development of *S. Sinensis*

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1: 孵出期 hatching stage; | 2: 鳔雏形期 air bladder emergence stage; |
| 3: 背鳍条出现期 dorsal fin emergence stage; | 4: 臀鳍出现期 anal fin emergence stage; |
| 5: 鳞片生成期 scales formation stage; | |