第8卷 第4期 水生生物学集刊 Vol. 8 No. 4
1984年12月 ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA Dec., 1984

铜鱼和圆口铜鱼的早期发育

余志堂 梁秩燊* 易伯鲁**
（中国科学院水生生物研究所）

提 要

本文比较系统地观察了长江和汉江铜鱼和圆口铜鱼鱼卵、鱼苗的胚胎发育，记述了两种铜鱼胚胎发育的各个阶段的形态特征，比较两种铜鱼早期发育的相似性状和主要差别。这些差别主要是：雏形胚体出现的迟早、眼基和肌节出现的先后、眼睛大小、胸鳍长短以及颌须出现的迟早和长短等，依据这些差异，可以把两种铜鱼在早期发育阶段准确地区分开来。

本文还对长江兴修水利枢纽与两种铜鱼资源的关系进行了调查和分析。

铜鱼[*Coreius heterodon* (Bleeker)]和圆口铜鱼[*Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry)]是鲤科 (Cyprinidae) 鮈亚科 (Gobioninae) 中两种体型最大的鱼类，重量可达3—4公斤，肉味腴美，产量甚大，属重要的经济鱼类。主要产区在长江上游，在四川，称它们为"水密子"，在湖北、湖南称为"金鳅"。长江捕捞天然鱼苗的渔民，常将这两种鱼的鱼苗误认为长吻鮠 (*Leiocassis longirostris* Günther) 的幼体，故其早期发育阶段又被称作"鮠肚子"或"肥沱"。

铜鱼和圆口铜鱼都是产漂流性卵，原有的产卵场皆位于江河上游，一部分漂流到中下游的幼体，在索饵成长过程中逐渐游往上游[4]。江河修建水利枢纽，阻挡了它们返回上游产卵场的道路。在这种情况下，上游是否缺乏补充群体，枢纽下游能否形成新的产卵场，都是需要调查清楚的问题，而准确地鉴别这两种鱼的鱼卵和鱼苗，则是进行这项工作的一个先决条件。

关于铜鱼和圆口铜鱼的早期发育资料，迄今未有详尽的观察研究，仅见到关于铜鱼人工受精的部分胚胎发育资料[1]，以及长江天然繁殖的两种铜鱼早期发育的不完全资料（部分胚后发育图有误）[2,3]。本文对两种铜鱼发育过程中形态特征的异同，作了系统地比较，可以为准确地区别两种铜鱼的胚胎和仔鱼提供参考。

材料和方法

材料来源是结合长江产漂流性鱼卵鱼类的繁殖习性和长江水利枢纽建设与鱼类资源

* 现在中山大学生物系工作。

** 现在华中农学院水产系工作。

参加长江干、支流鱼类产卵场调查的同志，1961—1966年有林人端、何名巨、沈素娟、许蕴玕、胡贻智和邓中粦，1973年有许蕴玕、黄琇、周春生和向阳，1976—1978年有周春生和黄鹤年，1981年有汪宁，在此一并致谢。

编辑部收到稿件日期：1983年3月2日。

关系的调查等课题，多年研究积累的。先后于 1961—1966 年在干流万县至湖口江段(约 1350 公里)，1973 年在四川屏山和湖北宜昌江段，1976—1978 年在支流汉江的郧县和沙洋江段以及 1981 年在干流监利至城陵矶江段，采集了大量受精不久的卵粒以及不同发育期的鱼苗，在当时的自然温度条件下进行培养观察，直至能够清楚地区别两种铜鱼为止。同时在显微镜下用描图器绘出各个发育期的形态图。

采集工作分别在本所 1 号、2 号、3 号轮和郧民机 135 号、汴鱼 1 号等轮上进行；并在船上(有时在工作站上)培养和观察。

分布和产卵江段

铜鱼和圆口铜鱼以长江上游为多，中游也较常见。干流产卵场分布在宜昌以上[2-4]。其中铜鱼的产卵场主要在宜宾至宜昌之间；圆口铜鱼在重庆以上，直至金沙江。它们都产漂流性鱼卵，孵化发育是在顺水漂流过程中进行的。由于上游产卵场的位置不同，仔鱼在主动游泳能力形成之前漂流到达的地点也不一致，圆口铜鱼的仔鱼(鱼苗)小部分可漂流至黄石附近，铜鱼则远至安庆、芜湖。然后溯流而上，逐渐游向上游或支流，部分个体可暂时进入通江湖泊中生活。

长江葛洲坝水利枢纽在 1981 年 1 月完成大江截流工程后，使坝下江段的这两种铜鱼受阻不能游到上游。经过 1981 年夏季的调查，葛洲坝枢纽以上的上游江段仍旧保持两种铜鱼的产卵场和产卵鱼群。1982 年 7 月初在重庆曾用三部小罾网半天内捕到 6833 尾当年出生的铜鱼和圆口铜鱼幼鱼，表明葛洲坝枢纽兴建后长江上游的两种铜鱼仍有可能得到大量的补充群体。至于那些被阻于坝下的个体，1981 年的考察，已发现铜鱼在葛洲坝以下的虎牙滩江段出现了新的产卵场。可见它们对葛洲坝枢纽兴建后所形成的新的环境条件能够适应。

在汉江，铜鱼的产量占中下游鱼产量的第二位[5]。丹江水库于 1968 年建成后，在坝上汉江郧县境内形成了规模颇大的前房铜鱼产卵场；坝下钟祥也形成了较大的产卵场。另外，坝上的白河，坝下的襄樊和支流唐白河也有一定规模的产卵场[6]。所以，丹江水库大坝也同样不影响汉江的铜鱼资源。汉江也有圆口铜鱼，但尚未发现它的繁殖场所。

铜鱼、圆口铜鱼的胚前和胚后发育

长江干流两种铜鱼的繁殖期是 4—7 月；汉江的铜鱼是 5 月上旬至 7 月底。据实测资料，江水水温在 16.9—29.5℃范围内都发现有产卵的活动；较适水温为 20—24℃。胚胎在室内的培养水温是 18.2—32.8℃。

两种铜鱼的卵产出后，迅速吸水膨胀，出现较大的卵周间隙。长江的铜鱼膜径是各种漂流性鱼卵中最大的一种，一般常达 7.0 毫米左右。但汉江的铜鱼卵径较小，一般不超过 6.0 毫米。圆口铜鱼卵径为 6.0 毫米左右，比长江干流铜鱼的卵径为小(表 1)。

卵膜直径的差别是否与产卵河流的水流和水质条件，抑或是与雌鱼的个体大小和怀卵量的多少有关，尚未进行深入的分析。

表 1　铜鱼和圆口铜鱼卵膜直径的变异

Table 1　The range of egg-membrane diameters of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti*

鱼名	采集点		卵膜直径（毫米）		统计卵数（粒）	年份
			幅度	均数		
铜鱼	长江	宜宾	6.0—7.8	6.93±0.44	50	1973
		宜昌	5.5—7.8	6.69±0.61	38	1961
	汉江	郧县	4.5—7.0	5.79±0.50	130	1977
		沙洋	4.5—6.9	5.30±0.45	135	1976
圆口铜鱼	长江	屏山	4.6—7.8	6.09±0.57	118	1973
		万县	5.3—6.6	6.11±0.33	25	1962

表 2　铜鱼和圆口铜鱼的胚前胚后发育期（培养水温：18.2—32.8℃）

Table 2　The embryonic and postembryonic development of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti*

顺序号	发育期	特征	胚体长(毫米)		距受精时间		图版编号*	
			铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼
1	胚盘形成期	胚盘隆起。			0:40′			
2	2 细胞期	卵黄内原生质网出现。			0:50′			
3	4 细胞期	原生质网向动物极移动。	2.25		1:05′		I—3	
4	8 细胞期	细胞继续垂直分裂。						
5	16 细胞期	原生质网逐渐集中，仍较明显。	2.24		1:30′		I—5	
6	32 细胞期	原生质网开始收缩。细胞浅灰蓝色，卵黄簇黄色。	2.21	2.00	1:50′	2:00′	I—6	V—6
7	64 细胞期	细胞横向分裂，变小。	2.20	2.00	2:15′	2:35′	I—7	V—7
8	128 细胞期	原生质网渐收缩。		2.16		3:00′		V—8
9	桑椹期	细胞继续分裂，隆起似桑椹。	2.20	2.34	2:50′	3:44′	I—9	V—9
10	囊胚早期	囊胚层形成，原生质网缩小。	2.20	2.20	3:15′	4:43′	I—10	V—10
11	囊胚中期	细胞渐小，胚层开始向下移动。	2.15	2.20	4:25′	5:21′	I—11	V—11
12	囊胚晚期	胚层继续下包，胚环形成，原生质将消失；卵呈圆形。	2.00	2.00	6:25′	6:15′	I—12	V—12
13	原肠早期	胚环下包约$\frac{1}{3}$，卵呈正圆形。	1.90	2.16	8:10′	8:48′	I—13	V—13
14	原肠中期	胚环下包$\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$，卵呈椭圆形。圆口铜鱼的锥形胚头部已隆起。	2.18	2.20	10:10′	10:40′	I—14	V—14
15	原肠晚期	胚环下包$\frac{2}{3}$—$\frac{4}{5}$。铜鱼出现锥形胚体，头部隆起。	2.10	2.28	11:15′	11:44′	I—15	V—15
16	神经胚期	神经板锥形出现，卵黄栓外露。	2.15	2.45	12:45′	12:50′	I—16	V—16
17	胚孔封闭期	卵黄囊腔出现。	2.20	2.47	14:35′	14:02′	I—17	V—17

续表 2

顺序号	发育期	特征	胚体长(毫米)		距受精时间		图版编号*	
			铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼
18	眼基出现期（铜鱼）肌节出现期（圆口铜鱼）	铜鱼出现窄长的眼基轮廓，未出现肌节；圆口铜鱼未出现眼基，先出现 3 对肌节。	2.20	2.48	15:25′	15:20′	I—18	V—18
19	肌节出现期（铜鱼）眼基出现期（圆口铜鱼）	铜鱼出现 3—7 对肌节；圆口铜鱼始出现葵瓜子状眼基，肌节 6 对。	2.25	2.50	16:00′	15:57′	I—19	V—19
20	眼囊期	眼基扩大如扁豆形。铜鱼肌节 9—10 对；圆口铜鱼 12—13 对。	2.30	2.52	16:30′	16:43′	I—20	V—20
21	嗅板期	嗅板隐约出现；脊椎出现；两种铜鱼肌节皆为 14—16 对。	2.33	2.53	18:00′	18:05′	I—21	V—21
22	尾芽期	尾芽突出；脑部分化；肌节 17—19 对。	2.57	2.54	19:00′	18:47′	I—22	V—22
23	听囊期	听囊显现；肌节 20—22 对	2.74	2.60	20:40′	19:44′	I—23	V—23
24	尾泡出现期	胚体延长；尾部出现一尾泡；肌节 23—25 对。	2.82	3.00	24:25′	21:05′	I—24	V—24
25	尾鳍出现期	尾部伸长；肌节 26—30 对。铜鱼嗅囊形成，稍小于眼睛；圆口铜鱼未出现嗅囊。	3.05	3.30	26:40′	22:07′	I—25	V—25
26	晶体形成期	眼晶体形成；尾斜垂；肌节 31—33 对。铜鱼眼径 0.17 毫米，与嗅囊的大小相近；圆口铜鱼眼径 0.13 毫米，嗅囊刚出现，比眼睛大一倍。	3.60	3.62	30:15′	23:16′	I—26	V—26
27	肌肉效应期	胚体开始颤动；尾部鳍褶明显；肌节 34—35 对。	3.82	3.80	32:45′	24:18′	I—27	
28	心脏原基期	卵黄囊呈葫芦状，前端出现心脏原基；肌节 36—43 对	4.52	4.20	37:10′	25:36′	I—28	
29	耳石出现期	出现两粒耳石，卵黄囊前圆、后棒状；鳍褶稍宽；体不断抽动；肌节 44—46 对。铜鱼眼径 0.18 毫米，与嗅囊等大；圆口铜鱼眼径 0.14 毫米，为嗅囊的一半。	4.82	4.50	38:05′	27:57′	I—29	V—29
30	心脏搏动期	胚体伸长，尾褶延伸；心脏搏动，翻滚较剧。	5.80		43:05		I—30	

续表 2

顺序号	发育期	特征	胚体长(毫米)		距受精时间		图版编号*	
			铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼
31	孵出期	卵膜软化，胚体翻滚孵出。头部浑圆；肛门未通；肌节 50 对。铜鱼眼径 0.19 毫米，与嗅囊等大；圆口铜鱼眼径 0.15 毫米，为嗅囊的一半。	6.50	6.20	1 天 20:05′	1 天 21:33′	II—31	VI—31
32	眼灰色期	眼周出现稀疏黑色素，下方出现一黑点，使眼呈灰黑色；肛门外通。	6.72	6.50	2 天 0:55′	2 天 11:15′	II—32	
33	胸鳍原基期	出现半月形胸鳍原基；居维氏管近卵黄前端，尾静脉浅黄色；胚体静卧水底，不时侧身绕游。眼睛与嗅囊的比例不变，铜鱼眼径 0.20 毫米；圆口铜鱼眼径 0.16 毫米。	7.10	7.00	2 天 18:20′	2 天 16:18′	II—33	VI—33
34	鳃弧期	出现 4 片鳃弧，居维氏管移至卵黄囊前侧，尾静脉清晰；胸鳍呈圆形。	7.60	7.58	3 天 15:30′	3 天 13:58′	II—34	
35	鳃丝期	出现鳃丝；口裂形成；眼黑色；居维氏管粗大。铜鱼躯体肌节未出现色素；圆口铜鱼卵黄囊与肌节交接部位出现数朵黑色素。	7.80	8.20	4 天 8:00′	4 天 14:58′	II—35	VI—35
36	肠管形成期	肠管贯通；口移至嗅囊下方。铜鱼眼径 0.22 毫米；圆口铜鱼眼径 0.16 毫米，口裂及胸鳍皆比铜鱼大。	8.00	8.50	4 天 22:50′	5 天 14:50′	II—36	VI—36
37	雏形鳔期	肠壁出现褶雏，鳔雏形；鳃丝发达；头部轮廓略变方；卵黄囊吸收变窄，呈长棒状。铜鱼眼径 0.23 毫米；圆口铜鱼为 0.17 毫米。背鳍褶起点与胸鳍末端的垂直距离，为铜鱼头长的 $\frac{1}{2}$，圆口铜鱼头长的 $\frac{1}{3}$。	8.30	8.70	5 天 22:00′	6 天 15:00′	II—37	VI—37
38	鳔一室期	鳔一室，已充气；上下颌形成，可摄食；尾椎略上翘；卵黄被大量吸收，呈细棒状；肌节下方和头部的黑色素花明显，圆口铜鱼比铜鱼稍多。	8.70	9.00	6 天 4:45′	7 天 20:30′	III—38	VI—38
39	背鳍分化期	背鳍褶前端开始隆起；头部黑色素花增多，尾褶下部出现鳍条和色素，胸鳍基部出现黑色素花，铜鱼 2 朵，圆口铜鱼 1 朵。	9.00	9.20	7 天 10:05′	8 天 11:00′	III—39	

续表 2

顺序号	发育期	特征	胚体长(毫米)		距受精时间		图版编号*	
			铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼
40	卵黄吸尽期	背鳍褶明显隆起；卵黄吸尽，行外营养；尾椎上翘，尾褶下方出现16条雏形鳍条；背鳍褶起点与胸鳍末端的垂直距离为铜鱼头长的$\frac{2}{3}$，圆口铜鱼的$\frac{1}{3}$。	9.40	9.41	9天 16:55′	10天 0:52′	III—40	VI—40
41	背鳍条出现期（铜鱼）	铜鱼背鳍褶上出现5根雏形鳍条，尾基下方显出两朵大黑色素。圆口铜鱼不存在这一发育期。	10.20		10天 23:00′		III—41	
42	鳔二室期	两种铜鱼的鳔分化出前室，其大小都恰与各自的眼径相等；鳃盖已完全盖住鳃丝，尾褶后缘呈波曲状。黑色素略有增加，铜鱼胸鳍基部已出现3朵黑色素，圆口铜鱼仍一朵。	10.70	9.80	13天	12天 15:32′	III—42	VI—42
43	腹鳍芽期	腹鳍褶上出现腹鳍芽；肌节51对。铜鱼背鳍条增多，臀鳍褶出现5根雏形鳍条，尾椎下方有两朵大黑色素；圆口铜鱼始出现背鳍条，雏形的臀鳍条也同时出现，尾椎下方出现一朵黑色素。	10.80	10.40	15天	14天	III—43	VI—43
44	尾鳍分叉期	尾鳍分叉；尾杆骨下方肉红色环形尾静脉明显。铜鱼脊椎骨已分化，圆口铜鱼的未分化。	10.90	10.50	17天	16天	III—44	VII—44
45	颌须出现期（铜鱼）	铜鱼上颌出现一对须芽；肌节呈横向"W"形；各鳍继续发育。圆口铜鱼无此发育期。	12.20		19天		IV—45	
46	背鳍形成期	背鳍形成，鳍条 II—7；胸鳍条出现。圆口铜鱼的脊椎骨始分化，肌节呈横向"W"形。铜鱼胸鳍基部有3朵黑色素；圆口铜鱼2朵。	13.10	13.30	22天	20天	IV—46	VII—46
47	臀鳍形成期	臀鳍形成，鳍条 II—6。圆口铜鱼背鳍起点与胸鳍末端在同一垂直线上；铜鱼相隔尚远。	15.80	14.00	24天	22天	IV—47	VII—47
48	腹鳍形成期	腹鳍形成，腹鳍褶仍存在。肌节皆52对；脊椎骨约50。铜鱼颌须超出上颌边缘，胸鳍末端远离腹鳍基部；圆口铜鱼才出现颌须，胸鳍末端靠近腹鳍基部。	16.10	15.10	27天	25天	IV—48	VII—48

续表 2

顺序号	发育期	特征	胚体长(毫米)		距受精时间		图版编号*	
			铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼	铜鱼	圆口铜鱼
49	鳞片出现期	胸鳍形成；鳞片出现，侧线区先形成，从体前部往尾部铺延。	22.30	22.20	31 天	29 天	IV—49	VII—49
50	幼鱼期	鳞片长齐，具两种铜鱼成鱼体形，铜鱼侧线鳞 53—56；圆口铜鱼 56—58。铜鱼颌须长已增至5.5毫米；圆口铜鱼颌须迅速长至鳃盖后缘，达 8.0 毫米。	48.00	47.80	58 天	56 天	图 1-A	图 1-B

* 在图版中部分图从略，故未列编号。

铜鱼和圆口铜鱼的早期发育，是指从受精卵至鳞被形成的幼鱼阶段。其中胚胎在卵膜内的发育称胚前发育，共 30 期；孵出后的鱼苗发育称胚后发育，在铜鱼分 20 期，在圆口铜鱼分 18 期(表 2；图版 I—VII)。

两种铜鱼早期发育的比较

铜鱼和圆口铜鱼的早期发育极为相似，但通过对比研究，还是易于区别。

1. 相似性状

(1) 轮廓比较相似。　自细胞分裂至囊胚晚期(表 2：顺序号 **2—12**)，细胞为浅灰蓝色，卵黄为篾黄色，形态上很相象；晶体形成至肠管形成期(顺序号 **26—36**)，两者都是眼小头圆；雏形鳔期至腹鳍形成期(顺序号 **37—48**)侧视吻部都略近方形；鳞片出现期至幼鱼期(顺序号 **49—50**)外形也较为相近。

(2) 尾长与全长的比例相似。　这是通常用以区分体形相近的不同种鱼苗的指标，但两种铜鱼自孵出期至雏形鳔期(顺序号 **30—37**)的尾长与全长之比皆从 25% 渐增至 33%，没有差别。

(3) 两种铜鱼的肌节数目也无大的差别。　嗅板期至耳石出现期(顺序号 **21—29**)，自14 对增至 46 对，各发育期的肌节数目相仿；鱼苗的肌节自孵出期至腹鳍形成期(顺序号 **31—38**)肌节总数从 50 对增至 52 对。若将肌节分为三段计算，即背鳍褶起点前，背鳍褶起点至肛门和肛门之后三段，则孵出期的铜鱼肌节数是 8＋22＋20＝50 对，圆口铜鱼 7＋23＋20＝50 对；胸鳍原基期铜鱼 10＋20＋20＝50，圆口铜鱼 9＋21＋20＝50 对；腹鳍形成期同为 12＋20＋20＝52 对等等。一切说明初期的小差异是由于背鳍褶起点稍前或稍后所造成，总的情况还是相同的。

(4) 臀鳍形成期以后，两者的背鳍条和臀鳍条数目相等。　侧线鳞数，尽管铜鱼一般少于圆口铜鱼，但在 56 片上有重叠，也难以作为区分种的依据。

2. 主要差别

(1) 在胚前发育阶段，圆口铜鱼的雏形胚体是在原肠中期出现；铜鱼的是在原肠晚期出现。

(2) 圆口铜鱼的肌节出现期先于眼基出现期与一般鲤科鱼类的胚前发育顺序一致；而铜鱼则相反，眼基出现期先于肌节出现期。

(3) 两种铜鱼的眼都比较小，对比之下，圆口铜鱼的眼显得比铜鱼更小（表 3）。比较明显的差别是眼与嗅囊的比例不同。铜鱼的眼睛与嗅囊大小相等（图版 VIII: A_1, B_1）。自晶体形成期起一直到幼鱼期，只要观察眼与嗅囊的大小比例，便可准确地将它们区分开来。

(4) 圆口铜鱼的胸鳍大于铜鱼，自肠管形成期到背鳍形成期，这一特点都显示出来。例如，卵黄吸尽期，铜鱼背鳍褶起点至胸鳍末端垂直线的距离较远，约为头长的 1/3，而圆口铜鱼相距较近，仅为头长的 1/8（图版 VIII: A_2, B_2）。至背鳍形成期，铜鱼的胸鳍仍较

表 3 两种铜鱼的眼径(毫米)

Table 3 The eye diameter of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti* (mm.)

鱼名	胚前发育阶段	胚后发育阶段					
	晶体形成期 | 心脏搏动期	孵出期 | 鳃丝期	肠管形成期 | 背鳍褶分化期	卵黄吸尽期 | 鳔二室期	腹鳍芽期 | 背鳍形成期	臀鳍形成期 | 鳞片出现期	幼鱼期
铜鱼	0.18±0.01	0.20±0.01	0.23±0.01	0.26±0.02	0.35±0.02	0.45±0.03	1.0—1.2
圆口铜鱼	0.14±0.01	0.15±0.01	0.17±0.01	0.20±0.01	0.25±0.02	0.35±0.03	0.8—0.9

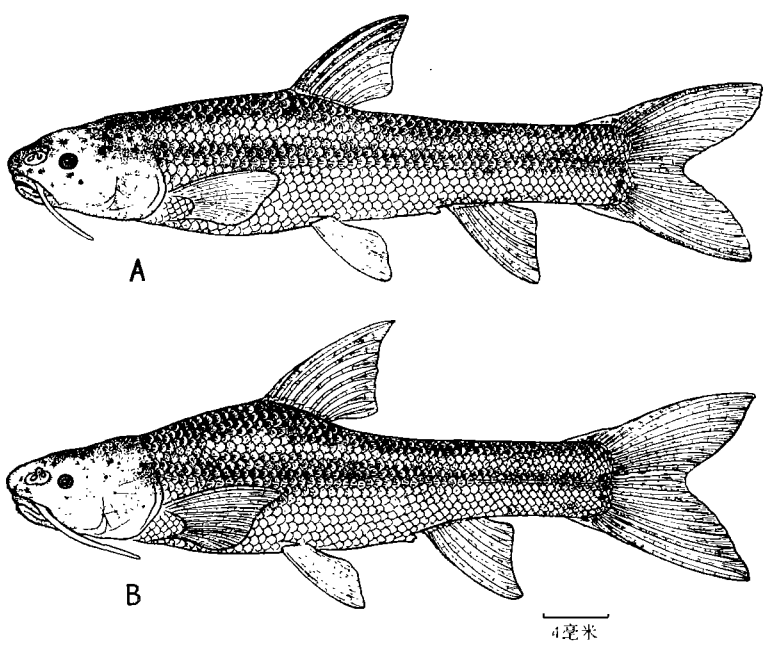


图 1 铜鱼和圆口铜鱼的幼鱼期

Fig. 1 Larvae. A. *Coreius heterodon*; B. *Coreius guichenoti*.

幼鱼期: A.铜鱼, B. 圆口铜鱼

短，而圆口铜鱼的胸鳍继续增长，其末端已与背鳍起点的垂直线相接近(图版 VIII:A_3,B_3)。在上述发育期内，圆口铜鱼的胸鳍末端常常超出鳔的末端，而铜鱼不超出。至幼鱼期，圆口铜鱼胸鳍末端已达腹鳍基部(图 1B)，而铜鱼仍远离腹鳍基部(图 1A)。

(5) 铜鱼的颌须在各鳍的发育过程中已出现(图版 IV: 45)，而圆口铜鱼的颌须在各鳍形成之后才出现(图版 VII: 48)。延至鳞片出现期，圆口铜鱼的颌须仍比铜鱼的短(图版 IV: 49; VII: 49)。到幼鱼期圆口铜鱼颌须生长迅速(图 1B)，远远超于铜鱼(图 1A)，并成为区分两种幼鱼的性状之一。

小　　结

铜鱼和圆口铜鱼是十分近似的种类，它们的早期发育过程也基本相似。但仔细观察各个发育期，也发现了一些明显的差异。其中有的是形态结构上的区别，如眼的大小和胸鳍的长短；有的是在发育进程中，器官分化的迟早不同，如圆口铜鱼的雏形胚体较早形成，肌节较早出现，而颌须则出现较晚。掌握这些在器官分化上的特点和构造上的差别，就可以在两种鱼的早期发育时期，把它们区分出来。

与其他鲤科鱼类的早期鱼苗相比，两种铜鱼为头部轮廓浑圆，眼睛细小；而草鱼等鱼苗的头稍方，眼睛较大[3]。在头圆眼小的鱼苗中，注意不要与吻鮈(*Rhinogobio typus* Bleeker)和鳅科中的双斑副沙鳅(*Parabotia bimaculata* Chen)，《长江鱼类》中称黄沙鳅 [*Botia xanthi* (Günther)][3] 相混淆：吻鮈眼径 0.3 毫米，比两种铜鱼大；肌节 8＋19＋18＝47 对，比两种铜鱼少。双斑副沙鳅个体小，眼径为 0.2—0.25 毫米，肌节为 5＋21＋15＝41 对。

铜鱼分布在长江干流中上游和汉江干流，以及洞庭湖水系的河流中，而圆口铜鱼成熟群体主要分布在长江干流上游。汉江的丹江口水坝在 1968 年建成后，坝上汉江上游有较大的铜鱼天然繁殖场，而且坝下的襄樊至钟祥江段及汉江支流唐白河也出现铜鱼天然繁殖场。长江干流自 1981 年 1 月在宜昌葛洲坝枢纽截流后，经过 1981 年的调查，上游江段仍保持着两种铜鱼的产卵场，还发现坝下的虎牙滩江段形成了新的铜鱼产卵场。已建成的丹江水库和正在施工的葛洲坝枢纽，并不影响两种铜鱼的资源和天然繁殖。

参　考　文　献

[1] 何学福，1980。铜鱼的生物学研究。西南师范学院自然科学报，1980(2): 60—76。
[2] 易伯鲁、余志堂、梁秩燊，1963。长江草、青、鲢、鳙及其他产漂流性鱼卵鱼类胚胎发育的比较研究。太平洋西部渔业研究委员会第八次全体会议论文集。37—53 页。科学出版社。
[3] 水生生物研究所鱼类研究室，1976。长江鱼类。73—78、249—266 页。科学出版社。
[4] 许蕴玕等，1981。长江的铜鱼生物学及三峡水利枢纽对铜鱼资源的影响。水生生物学集刊，7(3):272—293。
[5] 余志堂等，1981。丹江口水利枢纽兴建以后的汉江鱼类资源。鱼类学论文集，第一辑。77—96 页。科学出版社。
[6] 周春生、梁秩燊、黄鹤年，1980。兴修水利枢纽后汉江产漂流性卵鱼类的繁殖生态。水生生物学集刊，7(2): 175—188。

THE EARLY DEVELOPMENT OF *COREIUS HETERODON* AND *COREIUS GUICHENOTI*

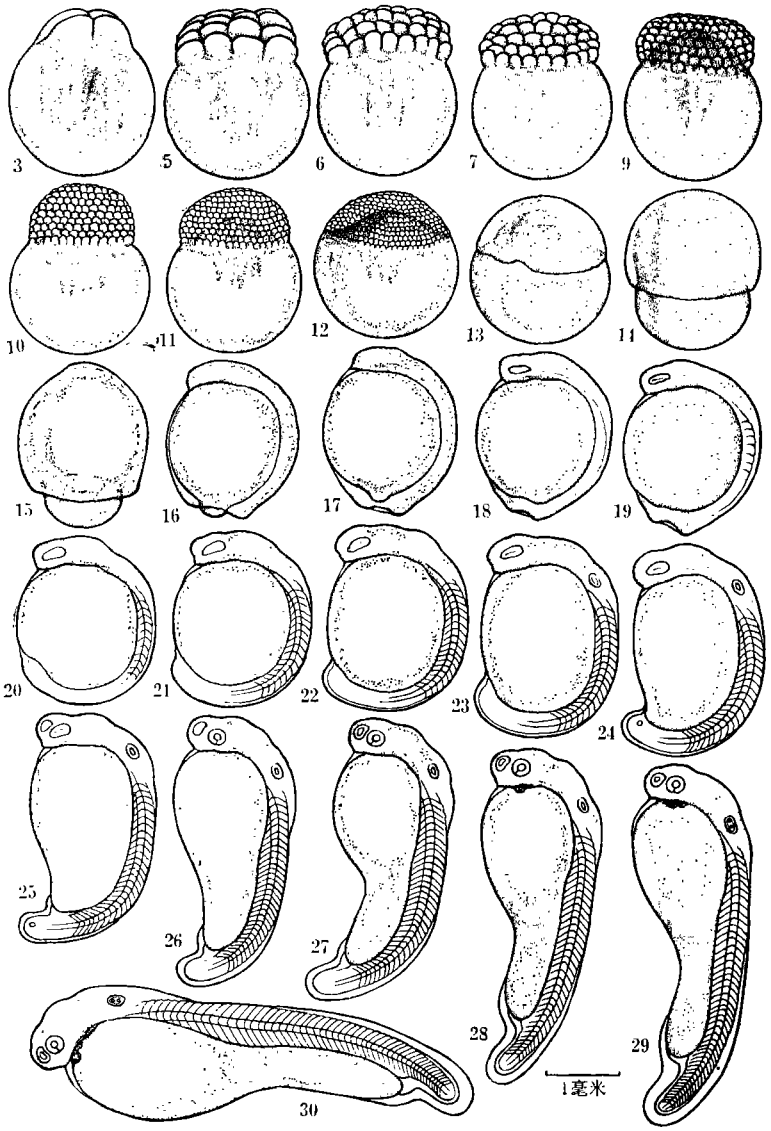
Yu Zhitang, Liang Zhixin and Yi Bolu
(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

Abstract

Coreius heterodon and *C. guichenoti*, the two of the total three species belonging to the genus *Coreius*, are most famous fishes of the upper and middle reaches of the Changjiang Valley. The most conspicuous external features comparing with those of other cyprinids of the Changjiang River are smaller eyes and rather longer maxillary barbels.

The successive developmental stages of the early development of these two fishes were examined under natural water tempertures, ranging from 18.2 to 32.8°C. The newly cast eggs were collected during the summer seasons of the years 1961—1966, 1973, 1976—1978 and 1981 in the very spawning area of the main streams of the Changjiang River and one of its main tributaries, the Hanjiang. Although the rivers were obstructed at Danjiangkou and Gezhouba by the construction of dams, yet most of the spawning grounds are still functional and even extended both to the main reaches below the dams and to the upper part of the Danjiangkou reservoir.

The morphological features of 49 stages of the embryonic and postembryonic development of these fishes are rather similar with each other. However, there are also some obvious differences in a few stages. The formation of proembryo of *C. guichenoti* during embryonic development occurs in middle gastrula, while it arises in late gastrula for *C. heterodon*. The first appearance of the muscle segments is prior to the formation of eye vesicle in *C. guichenoti*, but they come out in reverse order in the other species. Furthermore, the emergence of the barbel bud is earlier, the pectoral fin is shorter and the eye is a little larger in *C. heterodon* than that of *C. guichenoti* throughout the period of post-embryonic development.

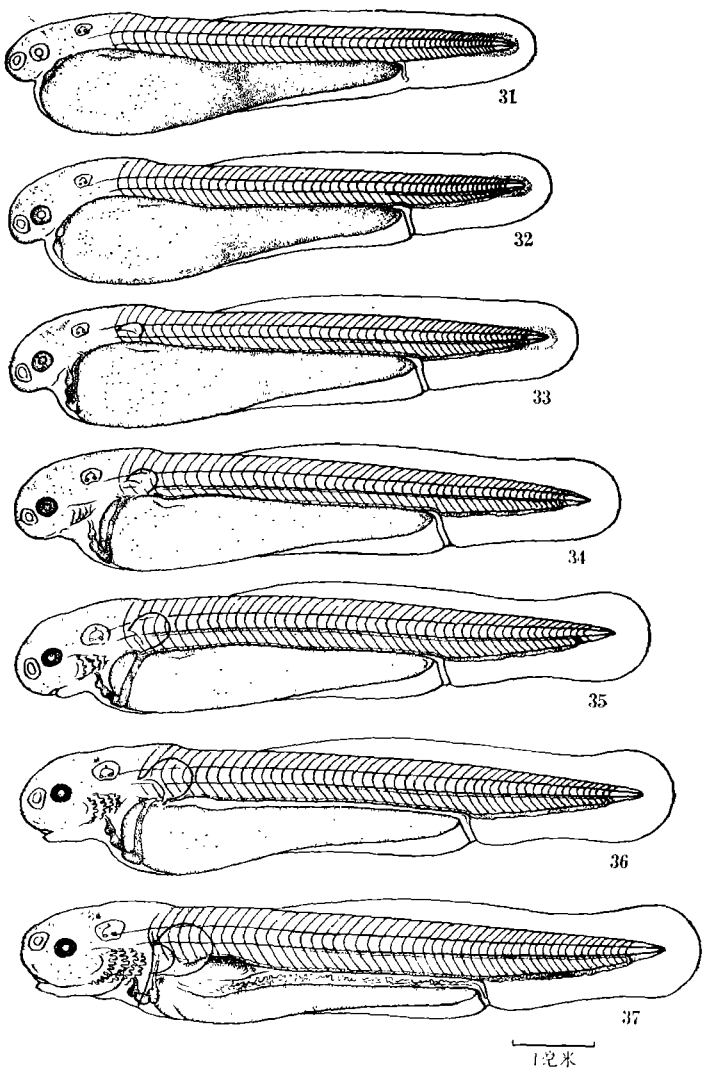


铜鱼的早期发育(一)

The early development of *Coreius heterodon* (1)

3 4细胞期　**5** 16细胞期　**6** 32细胞期　**7** 64细胞期　**9** 桑椹期
10 囊胚早期　**11** 囊胚中期　**12** 囊胚晚期　**13** 原肠早期　**14** 原肠中期
15 原肠晚期　**16** 神经胚期　**17** 胚孔封闭期　**18** 眼基出现期　**19** 肌节出现期
20 眼囊期　**21** 嗅板期　**22** 尾芽期　**23** 听囊期　**24** 尾泡出现期
25 尾鳍出现期　**26** 晶体形成期　**27** 肌肉效应期　**28** 心脏原基期　**29** 耳石出现期
30 心脏搏动期

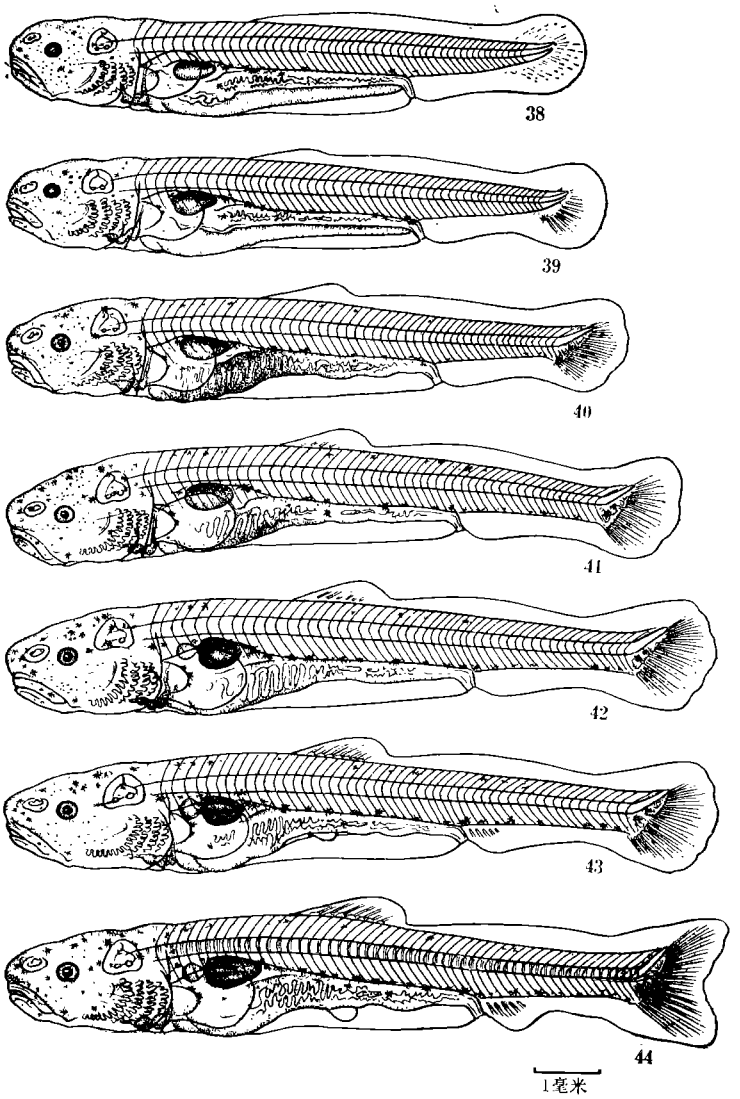
3. Four cells stage **5.** Sixteen cells stage **6.** Thirty two cells stage **7.** Sixty four cells stage **9.** Morula stage **10.** Early stage of blastula **11.** Middle stage of blastula **12.** Last stage of blastula **13.** Early stage of gastrula **14.** Middle stage of gastrula **15.** Last stage of gastrula **16.** Neurula stage **17.** Stage of blastopore sealing **18.** Stage of eye bud appearance **19.** Stage of myomere appearance **20.** Eye sac stage **21.** Olfactory placode stage **22.** Tail bud stage **23.** Auditory sac stage **24.** Stage of tail vesicle appearance **25.** Stage of tail fin appearance **26.** Lens formation stage **27.** Muscular effect stage **28.** Rudimentary stage of heart **29.** Stage of otolith appearance **30.** Heart pulsation stage



铜鱼的早期发育(二)
The early development of *Coreius heterodon* (2)

31 孵出期　**32** 眼灰色期　**33** 胸鳍原基期
34 鳃弧期　**35** 鳃丝期　**36** 肠管形成期
37 雏形鳔期

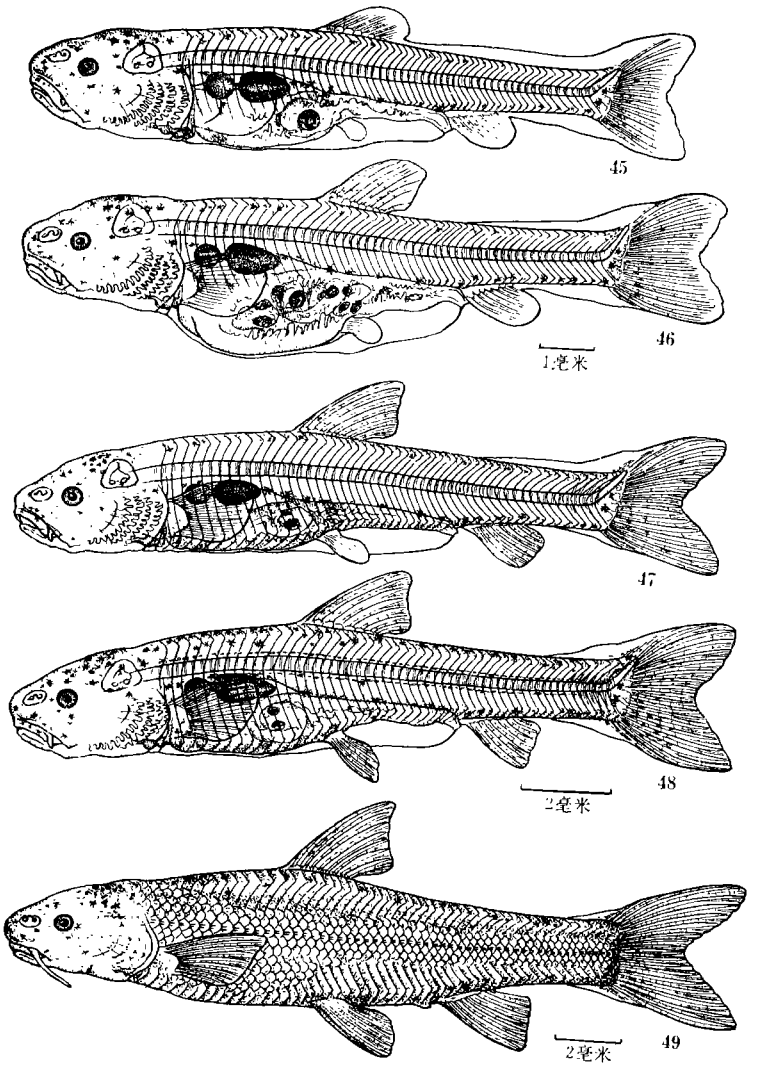
31. Hatching stage **32.** Eye blackish stage **33.** Primary stage of pectoral fin **34.** Gill arch stage **35.** Gill filament stage **36.** Intestine formation stage **37.** Stage of air bladder formation



铜鱼的早期发育(三)
The early development of *Coreius heterodon* (3)

38 鳔一室期　**39** 背鳍分化期　**40** 卵黄吸尽期
41 背鳍条出现期　**42** 鳔二室期　**43** 腹鳍芽期
44 尾鳍分叉期

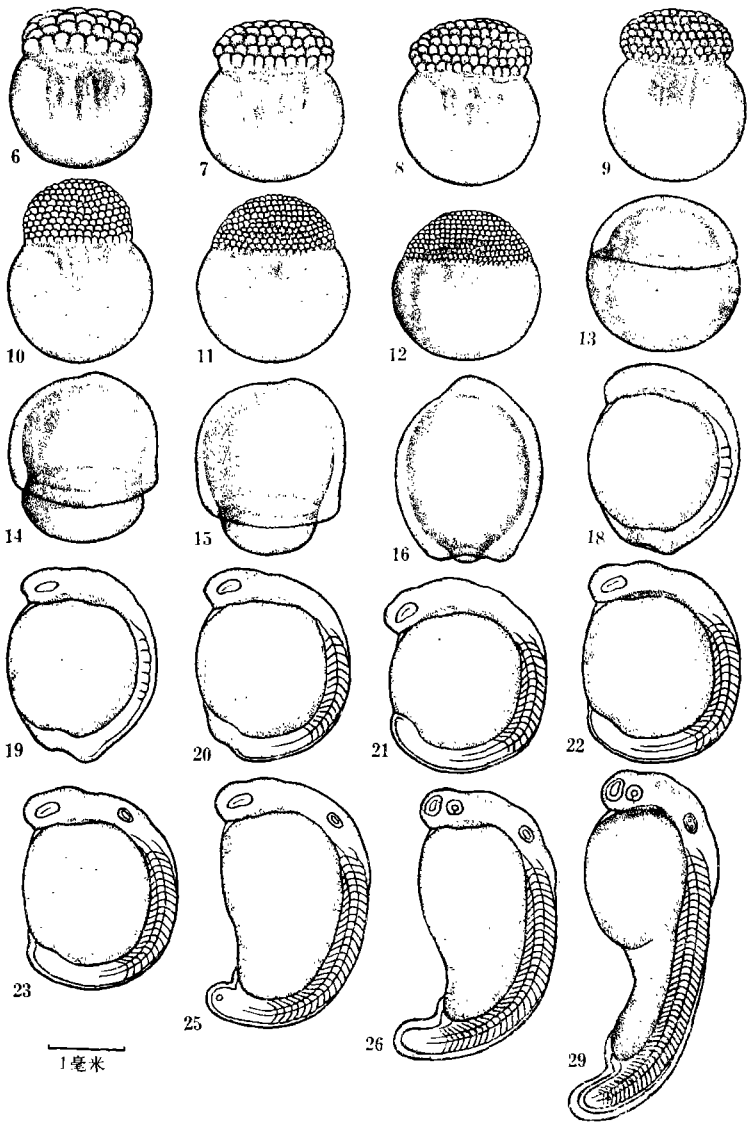
38. Stage of first air bladder chamber **39.** Stage of dorsal fin differentiation **40.** Yolk exhausting stage **41.** Stage of dorsal fin appearance **42.** Stage of second air bladder chamber **43.** Primary stage of ventral fin **44.** Stage of tail fin branching



铜鱼的早期发育(四)
The early development of *Coreius heterodon* (4)

45 颌须出现期　**46** 背鳍形成期　**47** 臀鳍形成期
48 腹鳍形成期　**49** 鳞片出现期

45. Stage of jaw palpus appearance **46.** Stage of dorsal fin formation **47.** Stage of anal fin formation **48.** Stage of ventral fin formatiom **49.** Stage of scale appearance

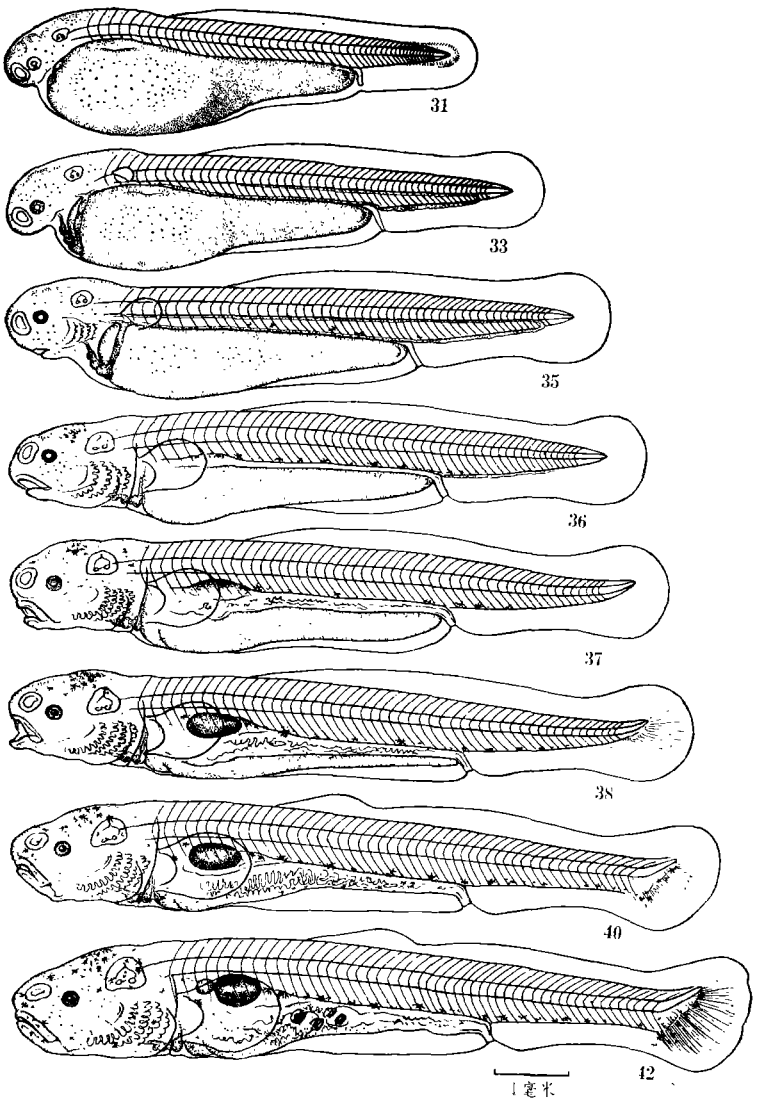


圆口铜鱼的早期发育(一)

The early development of *Coreius guichenoti* (1)

6. 32细胞期　**7.** 64细胞期　**8.** 128细胞期　**9.** 桑椹期　**10.** 囊胚早期
11. 囊胚中期　**12.** 囊胚晚期　**13.** 原肠早期　**14.** 原肠中期　**15.** 原肠晚期
16. 神经胚期　**18.** 肌节出现期　**19.** 眼基出现期　**20.** 眼囊期　**21.** 嗅板期
22. 尾芽期　**23.** 听囊期　**25.** 尾鳍出现期　**26.** 晶体形成期　**29.** 耳石出现期

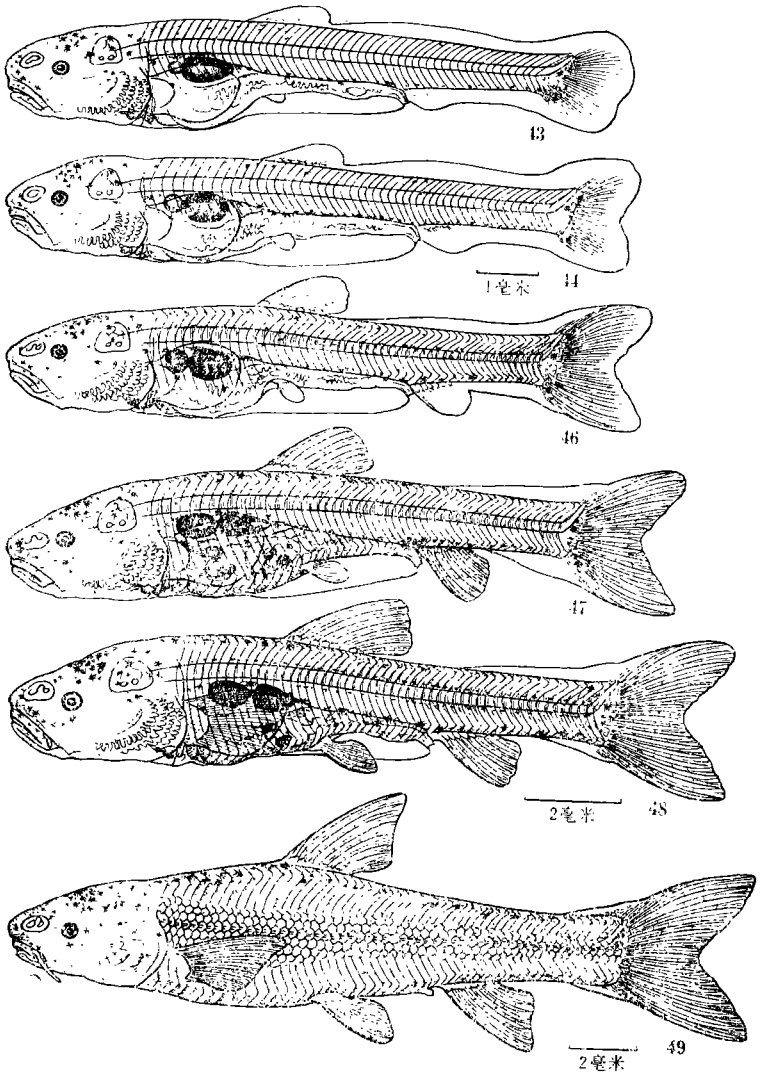
6. Thirty two cells stage　**7.** Sixty four cells stage　**8.** One hundred and twenty-eight cellsstage　**9.** Morula stage　**10.** Eaxly stage of blastula　**11.** Midde stage of blastula　**12.** Last stage of Blastula　**13.** Early stage of gastrula　**14.** Midde stage of gasturla　**15.** Last stage of gastrula　**16.** Neurula stage　**18.** Stage of myomere appearance　**19.** Stage of eye bud appearance　**20.** Eye sac stage　**21.** Olfactory placode stage　**22.** Tail bud stage　**23.** Auditory sac stage　**25.** Stage of tail fin appearance　**26.** Crystalization stage　**29.** Stage of otolith appearance



圆口铜鱼的早期发育(二)
The early development of *Coreius guichenoti* (2)

31 孵出期　**33** 胸鳍原基期　**35** 鳃丝期
36 肠管形成期　**37** 雏形鳔期　**38** 鳔一室期
40 卵黄吸尽期　**42** 鳔二室期

31. Hatching stage **33.** Primary stage of pectoral fin **35.** Gill filmation stage **36.** Intectine formation stage **37.** Stage of air bladder chamber **38.** Stage of first air bladder chamber **40.** Yolk exhausting stage **42.** Stage of secondary air bladder chamber

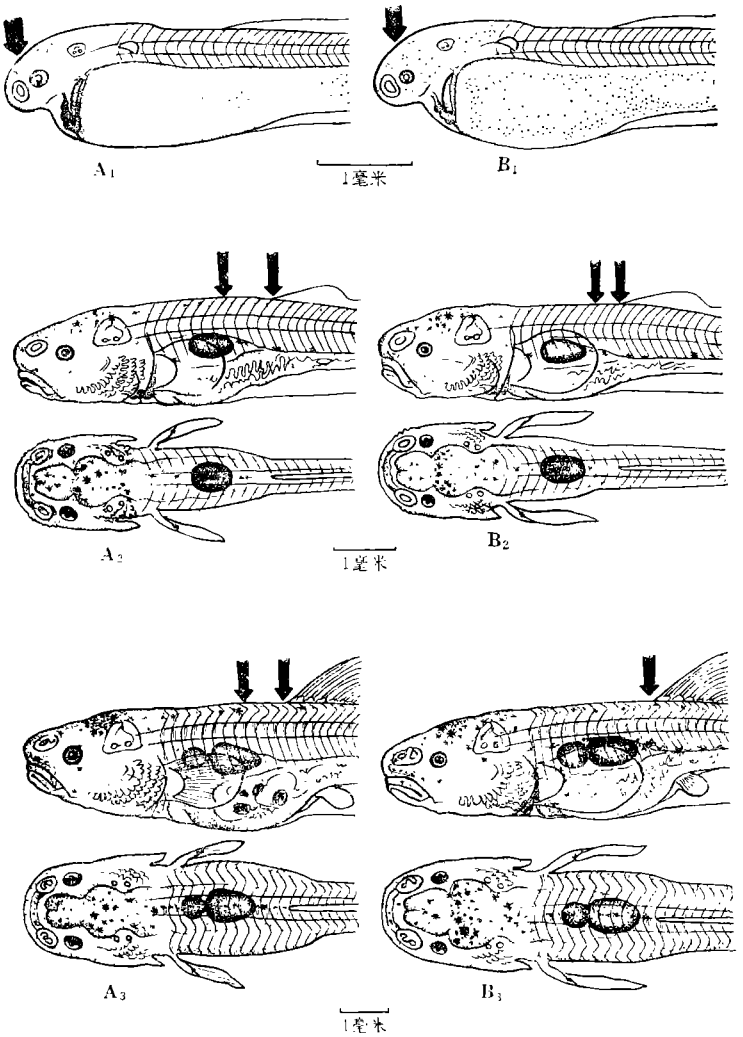


圆口铜鱼的早期发育(三)

The early development of *Coreius guichenoti* (3)

43 腹鳍芽期　　**44** 尾鳍分叉期　　**46** 背鳍形成期
47 臀鳍形成期　　**48** 腹鳍形成期　　**49** 鳞片出现期

43. Primory stage of ventrol fin **44.** Stage of tail fin branching **46.** Stage dorsal fin formation **47.** Stage of anal fin formation **48.** Stage of ventral fin formation **49.** Stage of scale appearance



铜鱼与圆口铜鱼胚后发育阶段在形态上的主要差别

The main morphologic ditterences of post-embryonic development of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti*.

1　胸鳍原基期的眼和嗅囊；　A_1 铜鱼，　B_1 圆口铜鱼。

2　卵黄吸尽期背鳍褶的起点和胸鳍末端的距离；　A_2 铜鱼，　B_2 圆口铜鱼。

3　背鳍形成期背鳍褶的起点和胸鳍末端的距离；　A_3 铜鱼，　B_3 圆口铜鱼。

1. Eye and olfactory sac during the stage of primary pectoral fin:
A_1 *Coreius heterodon*　　B_1 *Coreius guichenoti*

2. The distance between the point of dorsal fin and ending of pectoral fin during the stage of yolk exhaustion:
A_2 *Coreius heterodon*　　B_2 *Coreius guichenoti*

3. The distance between the point of dorsal fin and ending of pectoral fin during the stage of dorsal fin formation:
A_3 *Coreius heterodon*　　B_3 *Coreius guichenoti*