

长江干流和汉江的鳊鱼繁殖习性及其胚胎发育

梁秩燊* 易伯鲁** 余志堂

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文报道了1961—1966年、1976—1978年和1981年在长江干流和汉江对鳊鱼的繁殖习性、产卵场的分布、产卵场的环境条件、促使产卵的外界因素和产卵规模等方面的调查研究结果。比较系统地研究了鳊鱼鱼卵、鱼苗的胚胎发育,描述了各个发育阶段的形态特征。与长江中其他产漂流性卵鱼类(特别是青鱼、草鱼、鲢和鳙)的胚胎相比较,鳊鱼具有许多明显的特点。

鳊鱼 [*Elopichthys bambusa* (Richardson)]的繁殖习性与草鱼、青鱼、鲢、鳙等相似,是在流水中产漂流性卵,胚胎在顺水漂流中发育。鳊鱼由于以别种鱼类为食,在天然鱼苗生产中,被当作“除野”的主要对象;水产养殖业则把它看作是一种“害鱼”^[4]。然而,鳊鱼因具有特殊的形态和颅骨结构^[5],在水生生物的相互关系中,能起到淘汰病、弱和抑制小杂鱼类的作用^[3],在保持水体生态平衡上有着重要意义。同时,鳊鱼生长迅速,肉质坚实,也是一种上等的食用鱼。

材 料 和 方 法

在繁殖季节从长江干流及汉江用筛网和圆锥形定量网采集产出不久的鳊鱼鱼卵,分别培养,逐一观察,直至发育成幼鱼为止。从当时卵的各个发育时期,可以推算和确定其产卵场的位置。然后观测产卵场的自然条件,并通过水文数据的变化,来分析促使产卵的因素。

野外工作是在1961—1966、1976—1978和1981年的4—7月,先后在水生1号、水生2号、水生3号、长办水文1号、武汉水产1号、火箭号、郧民机135号、汴渔1号等调查船上进行的,并在万县、宜昌和湖口等处定点观察。

* 现在中山大学生物系工作。

** 现在华中农学院水产系工作。

1966年以前,在进行长江家鱼产卵场调查和家鱼鱼苗江汛预报的研究中,林人端、何名巨、胡貽智、沈素娟、许蕴珩、邓中彝、孙建胎、刘友亮、黄尚务、陈景星、向阳和刘仁俊等同志都参加过本研究的采集和培养工作;1976年以后,协助工作的有周春生、黄鹤年、魏祥健和汪宁等同志。长江流域规划办公室提供了所需要的有关水文资料。工作中得到船员同志们的协助。在此一并致谢。

编辑部收到稿件日期: 1983年3月2日。

鳊鱼的繁殖

1. 产卵场的分布

鳊鱼的产卵场广泛分布于长江干、支流和一些大、中型水库的来水河流。在长江干流和汉江,产卵场的分布大体与四大家鱼一致。

(1) 长江干流的鳊鱼产卵场 就已调查的由四川重庆至安徽马当间 1677 公里的江段来看,共有产卵场 24 处(表 1)。这个数字所以少于家鱼的 36 处^[1],是因为鳊鱼对产卵场的外界条件要求低于家鱼,因而有的产卵场范围扩大,有的相隔不远的两个产卵场接连成一个较大的产卵场。此外,洞庭湖口以下江段中的有些规模较小的家鱼产卵场,如燕窝、大嘴、圻州等地,都未发现鳊鱼产卵;湖口产卵场的鳊鱼产卵量也很少。

葛洲坝枢纽截流后,尚未对鳊鱼的产卵场进行复查。但仅就 1981 年在监利江段采集的结果,根据连续采到的早期发育的鱼卵和鱼苗推算,在葛洲坝上下的干流中,鳊鱼在大

表 1 长江干流鳊鱼产卵场

Table 1 The distribution of spawning grounds of *Elopichthys bambusa* in the mainstream of Changjiang River

江 段	顺号	名 称	起 迄 地 点	里 程(公 里)	距上产卵场距离 (公 里)	合 计 里 程(公 里)
上 游	1	重 庆	重庆—木洞	47	0	637
	2	丰 都	丰都—忠县	62	127	
	3	万 县	万县—双江	30	91	
	4	巫 山	奉节—巫山	32	89	
	5	秭 归	巴东—秭归	22	60	
	6	宜 昌	三斗坪—南津关	36	41	
中 游	7	虎 牙 滩	仙人桥—古老背	6	24	988
	8	枝 城	枝城—洋溪	7	38	
	9	江 口	枝江—漚市	33	29	
	10	沙 市	沙市—郝穴	54	23	
	11	石 首	汉河口—鱼尾洲	17	30	
	12	塔 市	新汉口—塔市	21	80	
	13	监 利	监利—窑湾	13	12	
	14	孙 梁 洲	反咀—大湾	27	55	
	15	白 螺 矶	白螺矶—螺山	19	26	
	16	嘉 鱼	赤壁—嘉鱼	30	38	
	17	簰 州	簰州—水洪口	14	46	
	18	白 浒 山	阳逻—葛店	15	102	
	19	团 风	团风—三江口	9	25	
	20	鄂 城	鄂城—龙王矶	10	16	
	21	黄 石	黄石—道士袱	7	28	
	22	富 池 口	半边山—武穴	17	47	
	23	九 江	九江—湖口	25	45	
下 游	24	彭 泽	彭泽—马当	16	36	52

注:系 1961—1966 年材料,下荆江石首至城陵矶为窑湾前里程。

江截流后照旧产卵,其中许多来自上游的仔鱼和幼鱼是顺水越过大坝漂流而来的。

(2) 汉江的鳢鱼产卵场 汉江鳢鱼产卵场广泛分布于丹江水库以上的上游和以下的中游。具体地点与汉江的家鱼产卵场^[6]基本吻合(表 2)。产卵场的位置也是由采取早期的鳢鱼鱼卵,根据不同的发育期进行推算核定的;并在产卵规模最大的前房鳢鱼产卵场捕获到成熟亲鱼(雌鱼: 体长 125 厘米,体重 26 公斤,9⁺龄,卵巢为第 IV 期;雄鱼: 体长 93 厘米,体重 7 公斤,3⁺龄,精巢为第 V 期)。汉江中游的支流唐白河也有鳢鱼产卵场,具体地点尚未进行实地勘查。

表 2 汉江鳢鱼产卵场

Table 2 The distribution of spawning grounds of *Elopichthys bambusa* in Hanjiang River

江 段	顺号	名 称	起 迄 地 点	里 程(公 里)	距上产卵场距离 (公 里)	合 计 里 程(公 里)
上 游	1	洞 河 镇	洞河—临河	16	0	515
	2	安 康	火石崖—石梯	30	40	
	3	蜀 河 镇	展河圆—界牌石	16	69	
	4	夹 河 镇	夹河—贺家坡	7	32	
	5	白 河 镇	白河—董家坡	23	5	
	6	天 河 口	新天河口—安城	12	10	
	7	前 房	塔峪滩—秦家坡	15	14	
	8	肖 家 湾	辽瓦—肖家湾	4	6	
中 游	9	格 垒 咀	光化—洄流湾	23	246*	360
	10	襄 樊	茨河—襄樊	33	27	
	11	宜 城	宜城—雅口	15	60	
	12	钟 祥	荆河口—马良	73	89	

* 包括均县与肖家湾之间的丹江水库里程 216 公里。

2. 产卵场地形和自然条件

鳢鱼产卵场多在具泡漩水的江段,产出的鱼卵借助往上翻滚的水流,完成受精和吸水膨胀的过程。这与四大家鱼产卵场的情形近似^[7]。

泡漩水是河床的特殊地貌和水位变动所造成的,如河曲的凹岸水下有深槽,或河底礁石耸立,或一岸有山岩伸入江中等。曾对几处鳢鱼产卵现场进行观测,都说明了泡漩水与水位和河床地貌的密切关系。

(1) 长江中游孙梁洲产卵场 在孙梁洲产卵场的反咀江段,右岸为水流冲刷成凹岸,水面下有深 20 米的深槽,泡漩水域广阔(图 1:A)。1964—1966 年和 1981 年,都在那里采到早期的鳢鱼卵。

(2) 汉江中游钟祥产卵场 在钟祥产卵场的碾盘山江面,左岸砂砾岩的陡坡下方,有水深 7 米的深槽,形成泡漩水,成为鳢鱼的产卵场(图 1:B; B₁)。

(3) 汉江上游前房产卵场 前房产卵场,河道蜿蜒,礁石林立,地形复杂,泡漩水面宽阔,是一个很大的鳢鱼产卵场(图 1C; C₁)。

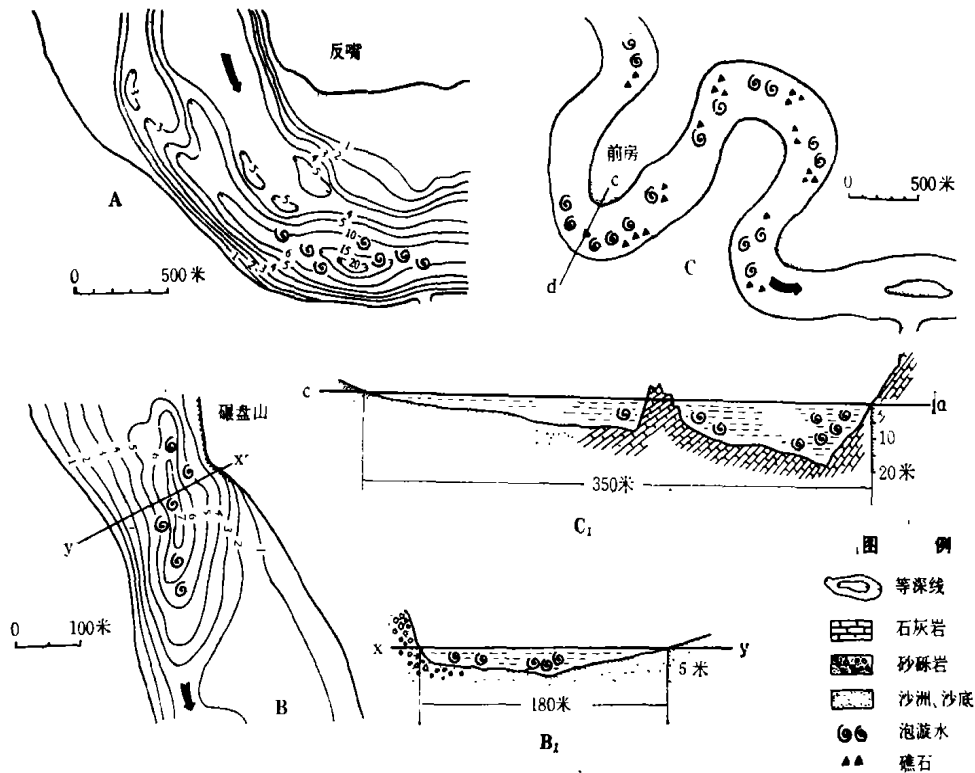


图1 鳊鱼产卵场地形图

Fig. 1 Topographical feature of the spawning grounds of *Elopichthys bambusa*.

- A. 长江孙良洲反咀江段产卵场等深线 (1964年5月4日, 水位30.79米),
 B. 汉江钟祥碾盘山江段产卵场等深线 (1978年5月22日, 水位41.85米),
 B₁ 汉江钟祥碾盘山江段产卵场 X-Y 剖面的剖面图,
 C. 汉江前房产卵场平面图 (1977年7月21日, 水位144.63米),
 C₁ 汉江前房产卵场 c-d 剖面的剖面图。
 A Bathymetric contour of the Spawning ground in the reaches of Fanjuzi, Sunliangzhou, Changjiang River.
 B Bathymetric contour of the Spawning ground in the reaches of Zhanpanshan, Zhongxiang, Hanjiang River.
 B₁ Profile figure of X-Y sections of the spawning ground in the reaches of Zhanpanshan, Zhongxiang, Hanjiang River.
 C Plane figure of the spawning ground in Qianfang, Hanjiang River.
 C₁ Profile figure of c-d section of the spawning ground in Qianfang, Hanjiang River.

3. 促使产卵的水文条件

(1) 水温 长江干流鳊鱼的繁殖期是4月中旬至7月中旬; 汉江上游的鳊鱼繁殖期较长江干流推迟约半个月; 丹江口水库大坝以下的汉江中游江段, 因受水库排出的低温水影响, 繁殖期又较上游推迟约半个月, 一般是5月中、下旬至8月初。产卵时的水温变幅较大, 当江水为16.9—30.2℃时都有产卵活动, 但以20—27℃时产卵最为频繁。

(2) 江水透明度 鳊鱼产卵期间, 用塞奇氏盘测出的长江江水透明度为5—22厘米, 但在汉江的丹江水库上游, 山洪下泻时的透明度只0.5厘米, 水清时又可达48厘米; 在丹江口大坝坝下江段透明度在12—70厘米之间, 都有鳊鱼产卵。江水透明度是伴随着涨水过程而变化的, 所以, 它与产卵场的形成和产卵活动并无直接关系。

(3) 水位和流速的变化 在繁殖季节, 江水水位的提高或流速的增加, 是促使产卵

的重要条件。与家鱼相比,鳊鱼对涨水的刺激更为敏感。家鱼一般在涨水持续 1—3 天后产卵^[7],而鳊鱼则多在涨水发生后即可产卵,而且持续的时间较长,有时甚至在退水后 2—3 天仍可间断产卵(表 3)。

由此可以看到,1965 年江口产卵场的 7 次产卵江汛中,有 3 次在涨水后半天至 3 天产卵,2 次涨水即产,2 次涨水前产;退水后延续产卵的共有 3 次。

表 3 长江江口产卵场水位涨落与鳊鱼产卵的关系(1965 年)

Table 3 The relation between the fluctuations of the water level in Jiangkou spawning ground and the spawning of *Elopichthys bambusa* (1965)

江汛第次	涨水起迄时间	产卵起迄时间	产卵情况	
			涨水	顶峰
1	5月1日2时—3日4时	5月4日13时—7日11时	后3天半产卵	后4天仍产
2	9日8时—19日8时	9日8时—21日13时	即时产卵	后2天仍产
3	28日8时—31日20时	28日9时—31日1时	后1小时产卵	即时结束
4	6月1日8时—2日20时	6月1日5时—2日9时	前3小时产卵	前半天结束
5	3日20时—8日8时	4日8时—6日10时	后半天产卵	前2天结束
6	12日8时—15日8时	11日17时—17日12时	前1天多产卵	后2天仍产
7	20日2时—25日11时	22日9时—23日6时	后2天产卵	前2天结束

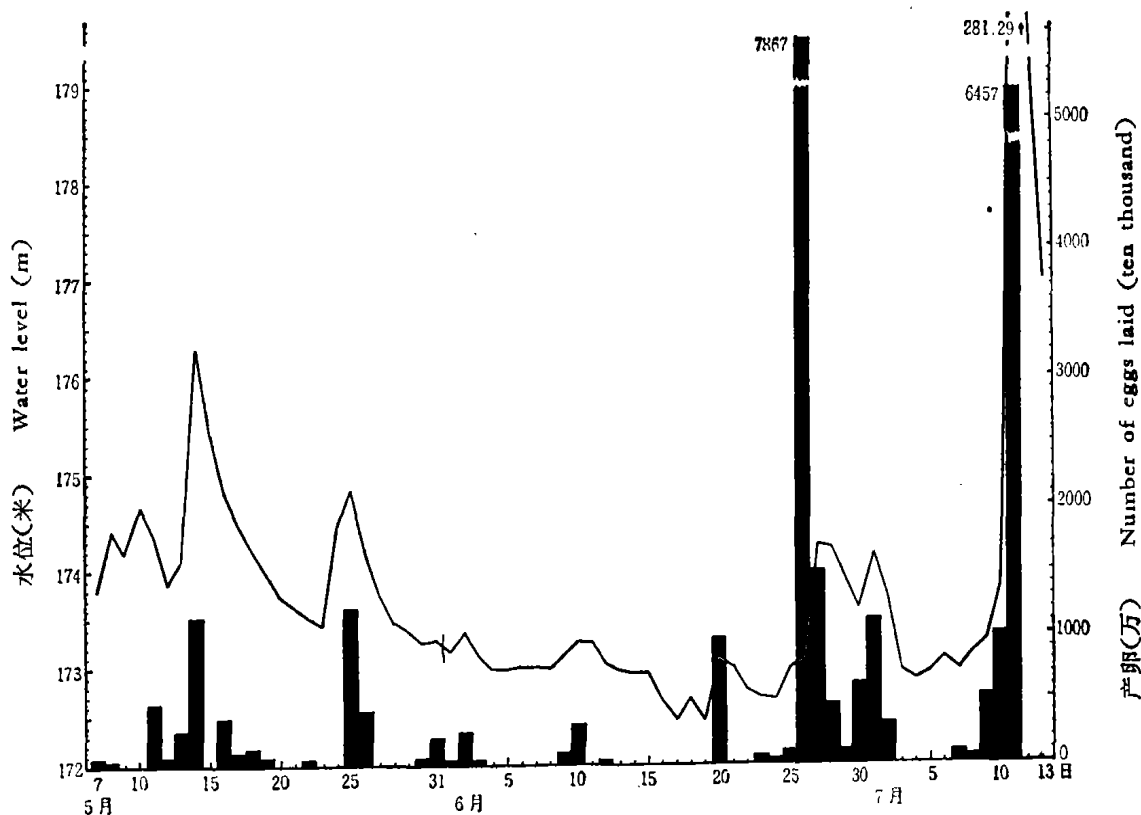


图 2 1977 年汉江白河镇产卵场水位变化与鳊鱼产卵的关系(白河站水位)

Fig. 2 The relation between the fluctuations of water level of the spawning ground near Baihezhen (Hanjiang) and spawning of *Elopichthys bambusa* (water level of Baihe Station, 1977).

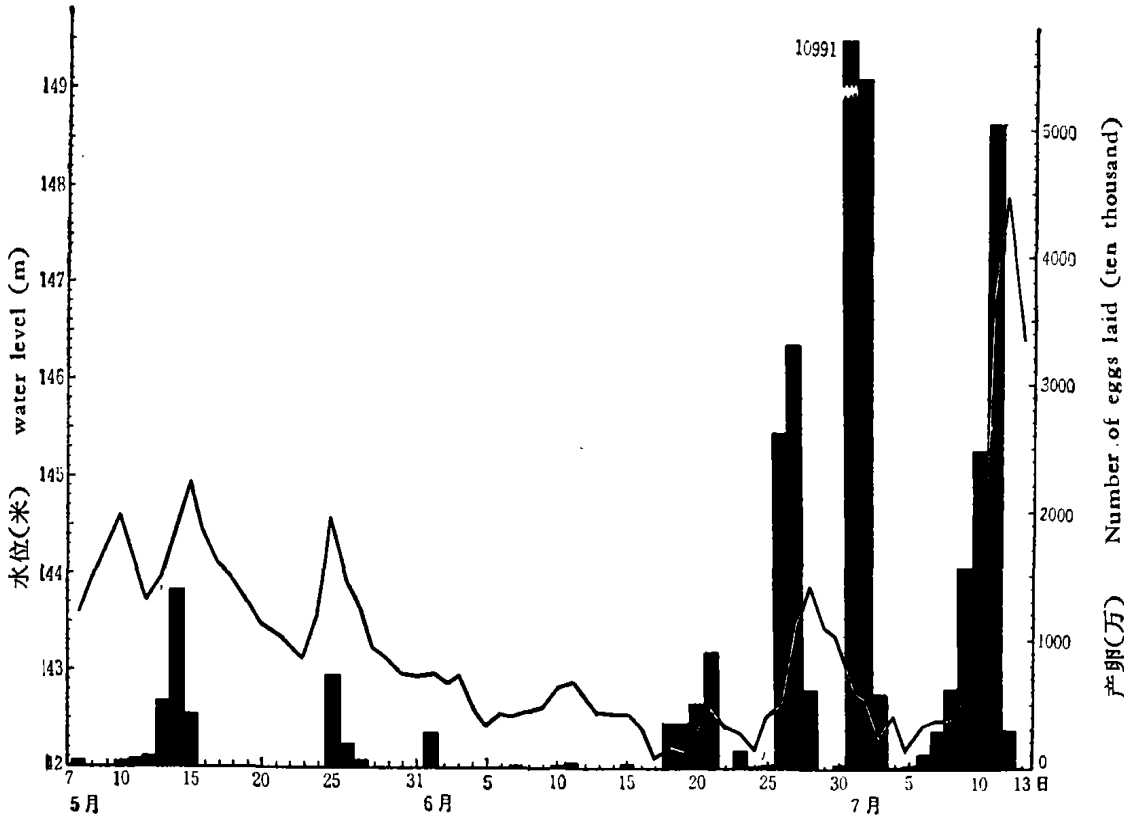


图 3 1977 年汉江前房产卵场水位变化与鳊鱼产卵的关系(西流站水位)

Fig.3 The relation between the fluctuations of water level of the spawning ground near Qianfang (Hanjiang) and spawning of *Elopichthys bambusa* (Water level of Xiliu Station, 1977).

汉江上游的白河镇产卵场和前房产卵场的水位变化与产卵的关系也存在同样的趋势(图 2)。5 月 9—10 日有一涨水过程,但因水温太低(15.9°C),未引起产卵;至 11 日退水时,水温回升到 17.8°C ,才发生小规模产卵。同一时期前房产卵场的水位和各江汛的产卵规模,也符合涨水与产卵的关系(图 3)。但出现一次明显的例外:即 7 月 1—2 日的退水过程中发生一次大规模的产卵江汛(两日产卵 16429 万粒,占该产卵场鳊鱼卵总产量的 46%),这可能是由于 6 月 30 日至 7 月 1 日上游涨水幅度小,其上 40 公里的白河镇产卵场涨水仅约 0.5 米,洪峰移至接近泗水区的前房产卵场时不能提升水位,又恰值产卵亲鱼鱼群较大,遇上上游的来水刺激,便发生了这次例外的产卵江汛。但无论如何,鳊鱼产卵对环境条件的要求,与草鱼、青鱼、鲢、鳙等家鱼相比,既有类似之处,而又要求较低。一般是涨水后才能刺激产卵,且因比较敏感,常比家鱼产卵早而延续时间长。以汉江为例,1976 年中游 4 个产卵场及唐白河支流共产卵 6.5 亿粒,其中 85.5% 是涨水时产出的;1977 年上游 8 个产卵场共产卵 14.2 亿粒,涨水时产出的占 79.5%。

繁殖期间,水位上升幅度的大小与产卵量的多少没有一定的关系(家鱼中一般成正相关),通常江水在 1 天或数天内持续上涨 0.12—5.5 米时,都可引起鳊鱼产卵,低于 0.1 米时,亦有零星的产卵活动。但有些江汛又没有一定的关系,例如,1977 年 7 月 1—2 日汉江前房产卵场于退水时产卵量特大。

江水上涨伴随的流速加大,是刺激成熟亲鱼产卵的一个重要因素。据 1964—1966 年长江干流的数据,一般流速每天增加 0.01—0.29 米/秒都可刺激鳊鱼产卵;亦有个别的例

外情形,在退水、流速减少 0.19 米/秒时仍旧产卵。鳊鱼产卵与江水起涨时流速的基数大小无关,例如,长江上游的起涨流速常为 1.49—2.55 米/秒;中游为 0.87—1.56 米/秒,皆有鳊鱼产卵。

4. 产卵规模

长江干流的鳊鱼资源相当丰富,其繁殖量尚未作全面研究,仅在 1964 年 4 月 29 日—5 月 26 日,统计过流经监利断面的鳊鱼卵径流量为 107.6 亿粒,与同时同地的草鱼卵 104.1 亿十分相近。根据胚胎发育期推算,漂流到监利江段的卵苗,多数是从四川省丰都至湖北省沙市间 600 多公里江段上约 9 个产卵场产出的。

汉江方面,1977 年 5 月 6 日至 7 月 21 日,上游各产卵场产卵总数为 14.2 亿粒,其中前房产卵场占 25.2%,安康占 20.7%,白河镇占 18.2%,天河口占 14.0%,洞河镇占 10.7%,其余产卵场的规模很小。1976 年 6 月 2 日至 7 月 22 日,汉江中游 4 个产卵场产卵仅 1.5 亿粒,以襄樊产卵场产卵较多;同年 5 月 17 日至 8 月 4 日,汉江支流唐白河的鳊鱼产卵量则达 4.9 亿粒^[6]。

鳊鱼的胚胎发育

关于鳊鱼的胚胎发育,过去曾以 1961—1963 年搜集观察的资料,整理出胚胎发育时序及发育期顺序图,作为附录发表在 1976 年出版的《长江鱼类》一书中^[1];1964—1981 年,又结合产漂流性鱼卵鱼类的产卵场调查,补充了大量材料,内容进一步得到充实,使发育阶段和顺序图接近齐全。

鳊鱼的卵粒在漂流性鱼卵中属大型的一类,卵径一般为 5—6 毫米,长江产的稍大于汉江的(表 4)。

表 4 鳊鱼的卵膜直径

Table 4 The range of egg-membrane diameter of *Elopichthys bambusa*

河 流	卵膜直径 (毫米)			统计卵粒	年 份
	幅 度	平 均 值	最常出现		
长 江	4.6—6.8	5.74±0.45	5.2—6.2	240	1961—1965
汉 江	4.5—6.5	5.40±0.45	5.0—6.1	936	1976—1978

根据多年收集的材料,这里把鳊鱼的胚胎发育总共划分为 46 期。前 30 期在卵膜内发育,称胚前发育阶段;后 16 期自孵出后至仔鱼长出鳞片时止,称胚后发育阶段。胚前发育在水温为 20.7—24.0℃条件下培养;胚后发育的培养水温为 20.0—29.5℃。以下是发育顺序及各发育期的形态特点。

1. 胚盘形成期: 刚受精不久的卵粒。

2. 2 细胞期: 胚盘纵裂为 2 个细胞,灰蓝色,细胞略呈方型(其他漂流性鱼卵的细胞呈弧形),植物极黄,原生质网正向动物极移动。卵长 1.7 毫米,距受精时间 1:05' (图

版 I: 2)。

3. 4 细胞期: 纵裂为 4 个稍带方形的细胞。卵长 1.71 毫米, 受精后 1:20' (图版 I: 3)。

4. 8 细胞期: 纵裂为 8 个近方形细胞。卵长 1.72 毫米, 受精后 1:31' (图版 I: 4)。

5. 16 细胞期: 纵裂为 16 个仍略带方形的细胞, 灰蓝色。卵黄箴黄色, 原生质网密集, 棕灰色。卵长 1.81 毫米, 受精后 2:05' (图版 I: 5)。

6. 32 细胞期: 纵裂为 32 个不大相等的细胞。原生质网开始聚缩。卵长 1.85 毫米, 受精后 2:35' (图版 I: 6)。

7. 64 细胞期: 开始横向分裂, 细胞为 64 个。卵长 1.88 毫米, 受精后 3:05' (图版 I: 7)。

8. 128 细胞期: 分裂为 128 个较小的细胞。原生质逐渐缩小。卵长 1.90 毫米, 受精后 3:30' (图版 I: 8)。

9. 桑椹期: 细胞进一步分裂, 密如桑椹, 其体积几乎与卵黄相等(其他鱼类的此期卵粒, 桑椹细胞部分大多小于卵黄)。卵长 1.94 毫米, 受精后 3:55' (图版 I: 9)。

10. 囊胚早期: 细胞继续分裂, 囊胚层形成, 囊胚部分与卵黄部分相等。囊胚略带棕灰色, 卵黄箴黄色, 原生质网浅棕色。卵长 2.0 毫米, 受精后 4:55' (图版 I: 10)。

11. 囊胚中期: 囊胚层变低。卵长 1.88 毫米, 受精后 6:55' (图版 I: 11)。

12. 囊胚晚期: 囊胚层更低, 灰黄色; 卵黄箴黄色。卵长 1.70 毫米, 受精后 8:15' (图版 I: 12)。

13. 原肠早期: 胚层下包 $\frac{1}{3}$, 原生质网收缩完毕。卵长 1.70 毫米, 受精后 8:35' (图版 I: 13)。

14. 原肠中期: 下包 $\frac{1}{2}$, 卵呈灰黄色。卵长 1.70 毫米, 受精后 9:35' (图版 I: 14)。

15. 原肠晚期: 下包 $\frac{5}{6}$, 卵呈椭圆形。卵长 1.78 毫米, 受精后 10:35' (图版 I: 15)。

16. 神经胚期: 形成胚体雏形——神经胚。下包 $\frac{7}{8}$, 仅卵黄栓外露。卵浅土黄色(图版 I: 16)。

17. 胚孔封闭期: 胚孔封闭, 胚体头部稍呈方形(鳃胚的特点)。卵长 1.85 毫米, 受精后 12:20' (图版 I: 17)。

18. 肌节出现期: 胚体出现 3 对肌节。卵长 1.90 毫米, 受精后 12:35' (图版 I: 18)。

19. 眼基出现期: 似葵花子状的眼基出现, 肌节 6 对, 卵黄呈酪黄色。卵长 1.93 毫米, 受精后 12:50' (图版 I: 19)。

20. 脊索形成期: 脊索出现, 肌节 13—14 对, 隐约可见嗅板。卵长 2.00 毫米, 受精后 13:30' (图版 I: 20)。

21. 眼囊期: 扁豆形的眼囊出现(眼囊形成比其他产漂流性卵的鱼类为迟), 肌节 15—17 对。卵黄囊腹面边缘的轮廓挺直(鳃胚特点之一)。卵长 2.20 毫米, 受精后 14:45' (图版 I: 21)。

22. 尾芽期: 尾芽突出, 肌节 18—20 对。卵长 2.25 毫米, 受精后 16:15' (图略)。
23. 听囊期: 听囊出现, 肌节 22—24 对。卵长 2.30 毫米, 受精后 18:25' (图版 I: 23)。
24. 尾泡出现期: 尾部刚显现尾泡, 肌节 25—27 对。卵黄囊拉长, 其腹部边缘开始内凹。卵长 2.50 毫米, 受精后 20:05' (图版 I: 24)。
25. 尾鳍出现期: 尾部外伸, 头部轮廓近方形。肌节 28—30 对, 尾泡大多消失。卵长 2.78 毫米, 受精后 20:30' (图版 I: 25)。
26. 晶体形成期: 眼晶体形成, 眼径 0.25 毫米。嗅窝同时出现。胚体伸长, 较透明, 尾斜向下。肌节 30—32 对。卵长 3.0 毫米, 受精后 22:45' (图版 I: 26)。
27. 肌肉效应期: 卵黄囊修长, 前宽后狭, 腰部略凹, 体透明。脑分化, 胚体开始抽动。眼径 0.27 毫米, 肌节 33—34 对。卵长 3.6 毫米, 受精后 26:35' (图版 I: 27)。
28. 心脏原基期: 心脏原基出现, 胚体长形, 左右摆动。肌节 35—36 对, 卵长 4.0 毫米, 受精后 28:05' (图略)。
29. 耳石出现期: 听囊中出现二颗耳石。卵黄囊末端呈现蓝色光带, 胚体伸长, 剧烈抽动。眼径 0.28 毫米, 肌节 37—40 对。卵长 4.5 毫米, 受精后 29:25' (图版 I: 29)。
30. 心脏搏动期: 心脏跳动, 胚体翻滚并不时向斜上方冲动。卵膜逐渐软化。胚体约与卵膜直径等长。卵囊末端呈蓝色, 胚体及卵黄为酪黄色, 肉眼观察时近于透明。肌节 40—45 对。卵长 5.2 毫米, 受精后 33:10' (图略)。
31. 孵出期: 体瘦长, 较透明, 卵黄囊为酪黄色, 在折光条件下, 末端有一弧形蓝带。心脏位于卵黄囊前上方。眼大于嗅囊, 嗅囊又稍大于听囊。眼径 0.3 毫米, 比同期家鱼的 0.4 毫米为小; 比铜鱼的 0.2 毫米、圆口铜鱼的 0.15 毫米为大。肌节 $12 + 25 + 14 = 51$ 对 (即背鳍褶起点前, 背鳍褶起点至肛门及肛门至尾部三段肌节数总和, 下同)。全长 5.6 毫米, 受精后 42:15' (图版 II: 31)。
32. 胸鳍原基期: 听囊后方出现月牙形胸鳍原基。眼下缘出现一黑点, 头部轮廓略呈方形, 未开口。体色酪黄, 卵黄囊末端有折光蓝色。两耳石等大。肌节 51 对, 全长 6.4 毫米, 受精后 51:15' (图略)。
33. 鳃弧期: 胚体笔直, 卵黄囊窄长。眼黑色素出现, 呈灰黑色。听囊与眼等大并略大于嗅囊。出现 4 片鳃弧, 口张开。胸鳍呈半圆形。侧卧, 游动时较活泼。肌节 51 对, 全长 7.3 毫米, 受精后 64:15' (图版 II: 33)。
34. 鳃丝期: 鳃弧出现鳃丝, 鳃盖膜掩盖第一鳃片。口移至前方, 可活动。后耳石稍大于前耳石, 听囊增大并大于眼睛。居维氏管紧靠卵黄囊前缘, 尾静脉色浅, 心脏跳动 193 次/分 (水温 21.7°C)。肛门前、卵黄囊末端上方的肌节部位, 出现数朵黑色素。肌节 $12 + 25 + 15 = 52$ 对, 全长 8.3 毫米, 受精后 82:20' (图版 II: 34)。
35. 肠管形成期: 出现肠管雏形。眼黑色素增多, 眼径 0.35 毫米。听囊内前耳石约为后耳石的 $\frac{1}{2}$, 听囊大于眼睛, 眼睛大于嗅囊。鳃膜盖至第二鳃片, 鳃丝很长 (鳃苗特点之一), 体极瘦长, 酪黄色, 尾静脉篋黄色。靠近尾部的背鳍褶和臀鳍褶很狭窄, 成为鳃鱼仔鱼区别于家鱼的明显标志之一 [类似这种尾形的还有油鲮 (*Hemiculter bleekeri bleekeri*

Warpachowsky)、银鲴 (*Xenocypris argentea* Günther) 和逆鱼 (*Acanthobrama simoni* Bleeker) 等,但个体小于鳃苗,一般不会混淆]。此时期的仔鱼可正面游动,较为活泼。全长 8.7 毫米,受精后 106:57' (图版 II: 35)。

36. 鳃雏形期: 在肠管前上方出现雏形鳃,口移至眼前缘斜下方。眼黑色素浓密,与眼黄色素相衬托而呈金色,眼径 0.38 毫米。肠上方躯干肌节下缘有一些黑色素,尾鳍褶下方出现一朵黑色素(刚从江中捞上的同期仔鱼没有色素)。体较透明,呈酪黄色。肌节 $13 + 24 + 15 = 52$ 对,全长 9.1 毫米,受精后 124:50' (图 II: 36)。

37. 鳃一室期: 鳃一室,充气。上颌形成,肠管出现褶皱。躯干肌节下缘色素增多,尾下叶一朵大黑色素与青鱼同期仔鱼相似。体色篋黄透亮。卵黄囊呈窄长棒状,其前端下方有黑色素花。眼间有少量黑色素,听囊前头背面及听囊间有大色素花,俯视头背面,色素呈两个倒八字图案“ii”(与同期青鱼不同),前倒八字短,后倒八字稍长并接近平行(从江中刚捞起的此期鳃苗身体没有任何色素)。眼的橙黄色素上面罩有浓黑的黑色素,构成闪光的青铜色。眼径为 0.4 毫米,肌节 52 对,全长 9.5 毫米,受精后 151:21' (图版 II: 37)。

38. 卵黄吸尽期: 卵黄囊吸收完毕。口端位,鳃盖膜到达第三鳃片。全身布满黑色素,背部、脊索、肌节下方直至尾端,各有一行黑色素,尾下部色素花大而密,从头背面看,内部两倒八字色素清楚(江中刚捞上的此期鳃鱼苗没有色素或偶见尾下叶一朵黑色素)。体青黄色。眼径 0.7 毫米,略小于听囊。背鳍褶起点向后移,肌节 $17 + 20 + 15 = 52$ 对,全长 10.0 毫米,受精后 170:20' (图版 II: 38)。

39. 背鳍分化期: 背鳍褶前部隆起,近尾部背鳍褶和臀鳍褶更狭窄,尾鳍褶后缘平直,下叶出现尾鳍条。肠内褶皱较多,已吞吃外部食物。黑色素分布于身体各部,尾鳍褶下叶的一大黑色素花与一些小色素组成黑色素丛,头内倒八字色素已不显(江中刚捞取的同期鳃苗只尾下叶一朵黑色素)。眼径达 0.5 毫米,比嗅囊约大 5 倍,并稍小于听囊,鳃盖延伸至第 4 鳃片。肌节 $19 + 18 + 15 = 52$ 对,全长 10.25 毫米,受精后 9 天(图版 II: 39)。

40. 脊索末端上翘期: 背鳍褶深分化,脊索末端上翘,尾鳍褶边缘呈波折状,长出 16 根鳍条。体青黄色,肌节间动、静脉清楚。尾基部下叶有一大黑色素,全身披满黑色素(江中刚采上的有少许黑色素花,体酪黄色)。眼径 0.50 毫米,全长 11.9 毫米,受精后 11 天(图版 III: 40)。

41. 鳃二室期: 鳃前室出现,柠檬黄色,背鳍褶隆起如丘状,出现 4 条鳍条;臀鳍褶明显分化,出现 5 根鳍条;尾鳍褶上下叶分化,生长 18 根鳍条。上下颌向前突出,口端位且较尖。眼径 0.5 毫米。脊椎骨形成。肌节 $21 + 16 + 15 = 52$ 对,已演变成侧“W”形。全长 13.0 毫米,受精后 14 天(图版 III: 41)。

42. 腹鳍芽期: 腹鳍褶中部长出腹鳍芽;背鳍褶长出 6 根鳍条,臀鳍褶长出 8 根鳍条;尾分叉,尾鳍条长齐。上、下颌前端相嵌构造^[5]的雏形出现。尾基部下叶一大黑色素明显。眼径 0.52 毫米,全长 14.0 毫米,受精后 18 天(图略)。

43. 背鳍形成期: 背鳍完全分化,鳍条 2、8;臀鳍出现 8 根鳍条;尾鳍深分叉;腹鳍芽进一步发育。鳃前室增大。上、下颌相嵌构造逐渐明显。肌节 $22 + 15 + 15 = 52$ 对,全长 15.0 毫米,受精后 22 天(图版 III: 43)。

44. 臀鳍形成期: 臀鳍与臀鳍褶分离, 鳍条 2、10; 背鳍条 3、9; 腹鳍伸长; 胸鳍呈圆扇形, 皆出现鳍条。咀尖, 端位, 上、下颌中部凹凸相嵌, 构成鳊鱼特有的掠食性咀型。全长 16.0 毫米, 受精后 26 天(图版 III: 44)。

45. 腹鳍形成期: 腹鳍形成; 背鳍条 3、10; 臀鳍条 3、11。上、下颌嘴型与成鱼相仿, 可吞吃鱼苗。肌节 $23 + 14 + 15 = 52$ 对, 全长 26.8 毫米, 受精后 33 天(图版 III: 45)。

46. 鳞片出现期: 鳞片开始出现, 细小而不易观察(图中未绘出鳞片)。嘴型完全与成鱼相似, 好掠食鱼苗。生长迅速, 各鳍条已长成。肌节 $24 + 13 + 15 = 52$ 对。全长 34.8 毫米, 受精后 43 天(图版 III: 46)。

小 结

1. 鳊鱼的繁殖习性与草鱼、青鱼、鲢、鳙四大家鱼相似。产卵场在长江干流及汉江等支流广泛分布。具有泡漩水是产卵场江段的一个重要的水文特征。在繁殖季节, 随着涨水而发生的流速加快, 是促使产卵的主要外界因素。各产卵场江段的水位和流速虽然不同, 但只要水位上升 0.12—5.50 米, 或流速每日增加 0.01—0.29 米/秒, 都可刺激亲鱼产卵。一般在涨水后 1—3 天的水位上升期间开始产卵, 但也有伴随水位开始上升的同时即行产卵和退水后断续产卵的现象。

2. 鳊鱼产卵对水温有一定要求, 最低为 16.9℃, 最高为 30.2℃; 20—27℃ 时产卵最盛。产卵与江水的透明度大小无关。

3. 鳊鱼的胚胎发育共分 46 期, 胚前阶段 30 期; 胚后 16 期。与其他产漂流性鱼卵鱼类(特别是草鱼、青鱼、鲢、鳙四种家鱼)相比较, 有如下一些特点:

(1) 16 细胞期前, 卵裂细胞的轮廓呈方形。

(2) 桑椹期至囊胚早期, 桑椹细胞丛和囊胚皆较大, 几乎与卵黄相等。

(3) 眼分化迟, 13 对肌节时出现眼基; 17 对肌节时才出现眼囊。

(4) 脊索形成期至尾芽期, 卵黄囊腹面轮廓平直。

(5) 耳石出现期至心脏搏动期, 胚体修长、平直、透明。

(6) 孵出期至胸鳍原基期的肌节为 51 对, 鳃丝期以后皆为 52 对。因背鳍褶起点逐渐稍向后移, 背鳍褶前段肌节数不断增多(从 12 增到 14 对)。

(7) 肠管形成期至背鳍褶分化期, 背、臀鳍褶与尾鳍褶相连处较为细窄; 尾鳍褶后缘又相当平直。

(8) 背鳍分化期开始至鳞片出现期, 上、下颌逐渐特化为凹凸相嵌的掠食性嘴型。

(9) 鳃一室期至卵黄吸尽期, 头内听囊和胸鳍基部上方的黑色素, 背面观为两个倒八字, 肠管形成期以后至鳞片出现期的尾下叶有一朵大黑色素。

参 考 文 献

- [1] 水生生物研究所鱼类研究室, 1976。长江鱼类。253 页。科学出版社。
- [2] 中国淡水养鱼经验总结委员会, 1973。《中国淡水鱼类养殖学》(第二版)。85 页。科学出版社。
- [3] 朱宁生、陈宏溪, 1959。梁子湖中鳊鱼的食性。水生生物学集刊, (3): 262—271。
- [4] 陈敬存、林永泰等, 1978。长江中下游水库凶猛鱼类的演替规律及种群控制途径的探讨。洋海与湖沼, 9(1):

49—58。

- [5] 陈宜瑜, 1980。鳊鱼的颅骨结构及其对掠食生态的适应性。海洋与湖沼, 11(2): 169—174。
- [6] 周春生、梁秩桑、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。
- [7] 易伯鲁、梁秩桑, 1964。长江家鱼产卵场的自然条件和促使产卵的主要外界因素。水生生物学集刊, 5(1): 1—15。
- [8] Крыжановский, С. Г., Смирнов А. И. и С. Г. Соин, 1951. Труды Амурской Ихтиологической Экспедиции, Том II: 109—111.

THE REPRODUCTIVE HABIT AND EMBRYONIC DEVELOPMENT OF *ELOPICHTHYS BAMBUSA* IN CHANGJIANG (YANGTZE RIVER)

Liang Zhixin, Yi Bolu and Yu Zhitang

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

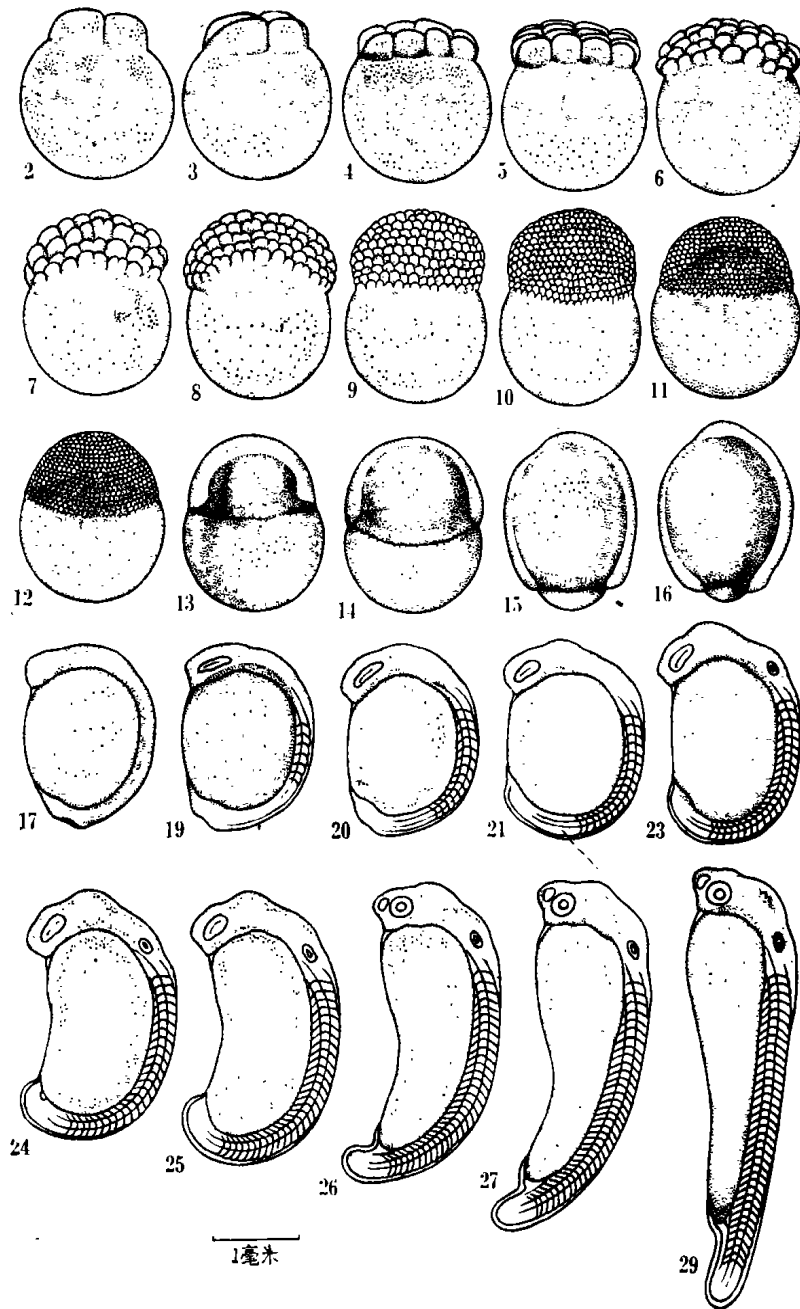
Abstract

The reproductive habit of *Elopichthys bambusa* is rather similar to the famous Chinese "domestic fishes"—grass carp, black carp, silver carp and big-head. Its spawning sites are widely distributed in the mainstream of the Changjiang River and one of its large tributaries—Hanjiang River. Those sections with mingled whirlpool current and turbulent flow are characteristic regions fit for spawning. In the breeding season, the rise of the water level of 0.12—5.5 m., accompanying with the increase of the current velocity of 0.01—0.29 m./sec., is the main factor that stimulates the ripe fishes of both sexes to discharge their eggs and sperm simultaneously. As a rule, spawning takes place at the time following the increase of the water level at any magnitude within 1—3 days and it was occasionally observed that the spawning activity was either exactly corresponding to the beginning of the increase of water level or prolonged, though intermittently and in a less extent, during the fall of the water level.

The water temperatures in the spawning time were in the range of 16.9—30.2°C, whereas 20.0—27.0°C were the most favorable. The turbidity of the water showed no connection with spawning behaviour.

The embryonic development is subdivided into 46 stages, where the pre-embryonic period covers 30 stages and the post-embryonic 16 respectively. Comparing with those of the "domestic fishes", which are also characterized by laying drifting eggs, this fish is distinguished from them in the course of early development as follows:

1. In the stages before the 16-celled, the contour of the dividing germinal cells of *Elopichthys bambusa* is more or less squarish instead of arched.
2. The bulk of the cell mass from morula to early gastrulation stages is almost identical to that of the yolk.
3. The differentiation of the eye is delayed to such extent that the optic bulge begins to come out when 13 body segments have already been formed.
4. The embryo appears to be particularly slender after the otolith-formation stage.
5. The body segments, counted 52 constantly for the fry, are obviously more numerous than those of others species.

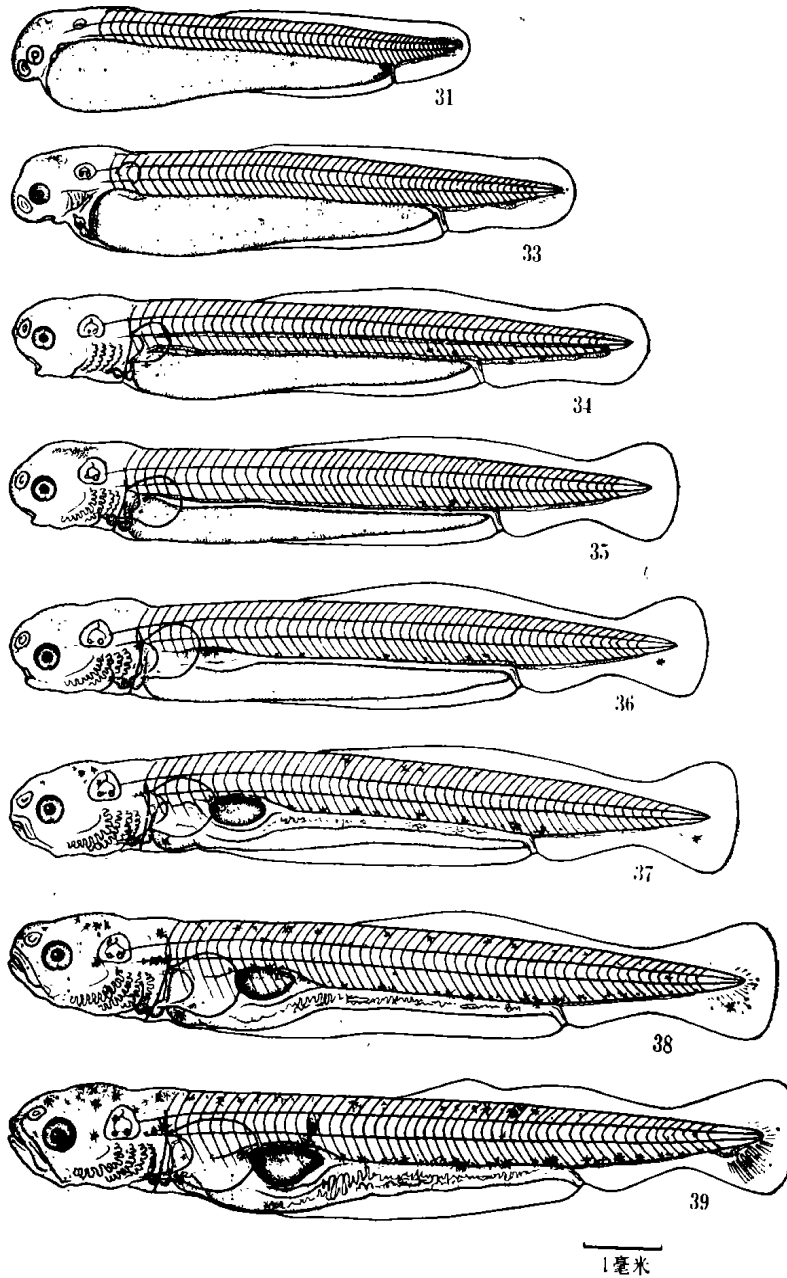


鱖鱼的胚前发育

The development of the pre-embryonic period of *Elopichthys bambusa*.

- | | | | | |
|----------|-----------|----------|----------|----------|
| 2 2 细胞期 | 3 4 细胞期 | 4 8 细胞期 | 5 16 细胞期 | 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 |
| 17 胚孔封闭期 | 19 眼基出现期 | 20 脊索形成期 | 21 眼囊期 | 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 | 29 耳石出现期 |

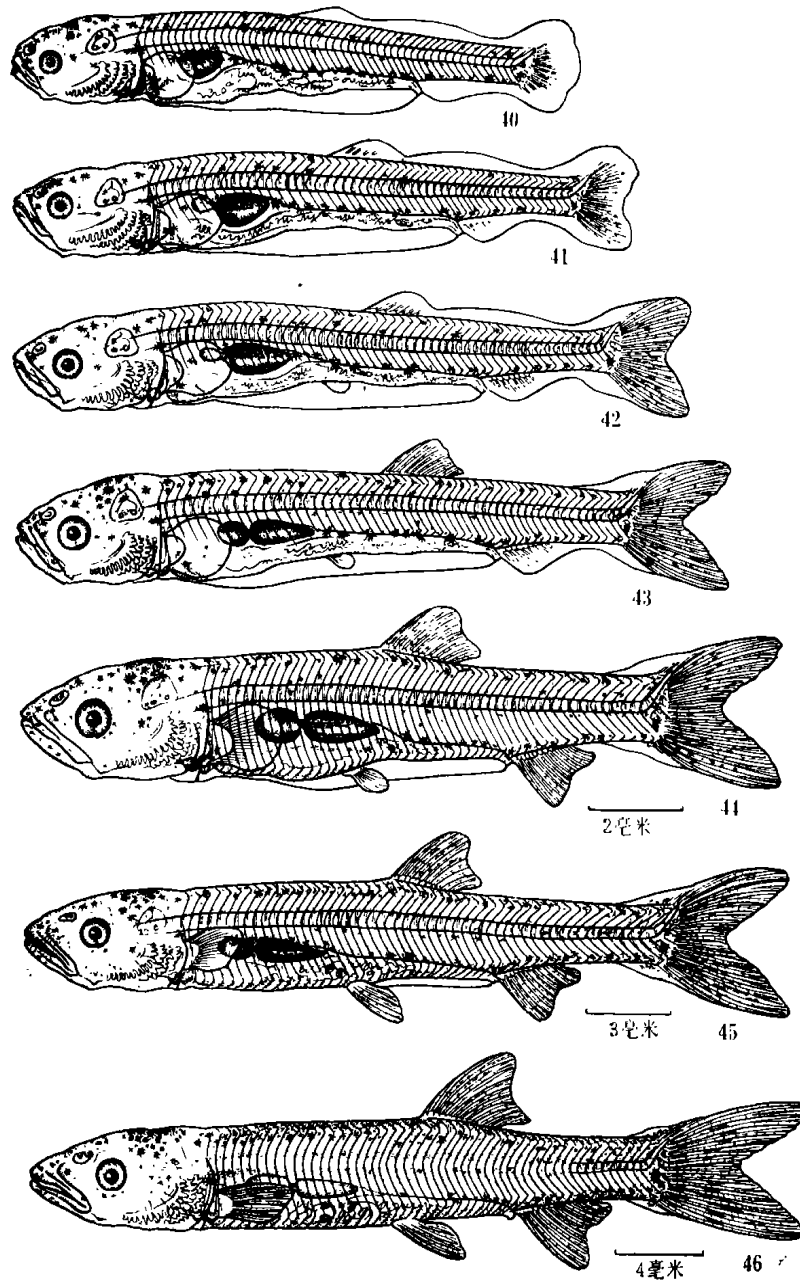
2 Two cells stage 3 Four cells stage 4 Eight cells stage 5 Sixteen cells stage 6 Thirty two cells stage 7 Sixty four cells stage 8 One hundred and twenty-eight cells stage 9 Morula stage 10 Early stage of blastula 11 Middle stage of blastula 12 Late stage of blastula 13 Early stage of gastrula 14 Middle stage of gastrula 15 Late stage of gastrula 16 Neurula stage 17 Stage of blastopore sealing 19 Stage of eye bud appearance 20 Notogenesis stage 21 Eye sac 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 29 Stage of otolith appearance



鳊鱼的胚后发育 (一)

The development of the post-embryonic period of *Elopichthys bambusa* (1)

- | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 31 孵出期 | 33 鳃弧期 | 34 鳃丝期 | 35 肠管形成期 |
| 36 鳃雏形期 | 37 鳃一室期 | 38 卵黄吸尽期 | 39 背鳍分化期 |
| 31 Hatching stage | 33 Gill arch stage | 34 Gill filament stage | 35 Intestine formation stage |
| 36 Stage of air bladder formation | 37 Stage of first air bladder chamber | 38 Yolk exhausting stage | 39 Stage of dorsal fin differentiation |



鳊鱼的胚后发育(二)

The development of the post-embryonic period of *Elopichthys bambusa* (2)

- | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------------|
| 40 脊索末端上翘期 | 41 鳔二室期 | 43 背鳍形成期 |
| 44 臀鳍形成期 | 45 腹鳍形成期 | 46 鳞片出现期 |
| 40 t-chordal tip lifting stage | 41 Stage of second air bladder chamber | 43 Stage of dorsal fin formation |
| 44 Stage of anal fin formation | 45 Stage of ventral fin formation | 46 Stage of scale appearance |