

文章编号: 1000 - 0615(2002)02 - 0115 - 07

瓣结鱼的胚胎及幼鱼发育

谢恩义¹, 阳清发², 何学福³

(1. 怀化师范高等专科学校生物系, 湖南 怀化 418008;

2. 上海市水产研究所, 上海 200433;

3. 西南师范大学生命科学院, 重庆 400715)

摘要:首次记述了瓣结鱼的早期发育过程,对其胚胎及幼鱼发育各期特征先后进行了 3 次较为仔细的观察,并记述了胚胎发育的积温、累积度时值以及从孵化到 105d 的幼鱼的生长数据。成熟卵直径 1.7~1.9mm,受精卵吸水膨胀后,外膜径达 2.5~2.7mm,具粘性。在水温 20.5~23.0℃ 条件下,受精卵历时 71h 7min 孵化,初孵仔鱼平均全长 6.6mm,经 65~72d,幼鱼发育基本完成。对瓣结鱼胚胎发育的下限温度及早期发育作了探讨。

关键词:鲤科;瓣结鱼;胚胎及幼鱼发育;涪江下游

中图分类号: S65.116 **文献标识码:** A

The embryonic and larval development of *Tor brevifilis brevifilis*

XIE En-yi¹, YANG Qing-fa², HE Xue-fu³


(1. Department of Biology, Huaihua Teachers' College, Huaihua 418008, China;

2. Shanghai Fisheries Research Institute, Shanghai 200433, China;

3. School of Life Sciences, Southwest China Normal University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The present paper deals with the early development of *Tor brevifilis brevifilis*. The development characters of embryos and larvae in every stage have been carefully observed for three times. The experiment obtained the sum of heat and the product of effective temperature by time in all stages of embryonic development. The growth digits in 105 days during larval development were measured. The fertilized eggs are sticky, their diameters are 1.7~1.9mm and 2.5~2.7mm after being expanded in water. While the water temperature is 20.5~23.0℃, the whole process of embryonic development lasted for 71 hours and 7 minutes. The mean length of newly hatched larva is 6.6mm. After 65 to 72 days, the development of larvae has nearly completed. The desired lowest temperature during embryonic development and several obvious characters in its total early development have been discussed.

Key words: Cyprinidae; *Tor brevifilis brevifilis*; embryonic and larval development; the lower reaches of Fujiang River

瓣结鱼 (*Tor brevifilis brevifilis* Peters) 俗名重口、哈司(长江)、马甲咀(南充),属鲤科(Cyprinidae),

收稿日期: 2001-07-02

资助项目: 三峡工程环境保护补偿经费科研类资助项目[SX(977-17)-1-HBGC]

作者简介: 谢恩义(1966-),男,湖南邵阳人,博士研究生,主要从事集约化水产养殖研究。Tel: 021-65710020, E-mail: xieenyi@sohu.com

科(Barbine), 结鱼属(*Tor*), 瓣结鱼亚属(*Folifer*) 鱼类^[1], 广泛分布于长江、珠江及其支流水系。在长江上游及各支流内, 是常见经济鱼类。该鱼肉质细嫩、味鲜美, 含脂量高, 具有较高的经济价值。该鱼的生物学资料, 仅见零星的简要记载^[2,3]。有关胚胎及幼鱼发育的研究, 未见报导。为探索该鱼资源增殖途径和保护措施, 探讨养殖的可能性及有关技术问题, 我们对瓣结鱼的生物学进行了较系统的研究。本文报道其早期发育的研究结果。

1 材料与方法

在周年收集性腺材料的基础上, 作者于1995年4月21-23日, 在涪江下游涪沱镇江段采得性腺处于V期的瓣结鱼雌雄亲鱼, 采用干法受精成功, 获受精卵1.5万粒。将受精卵置于盛有河水的塑料桶及水族箱中孵化。定时开动增氧泵, 使胚胎及仔稚鱼处于氧气充足的条件下发育。孵化及胚后发育过程中, 定时更换河水。在显微镜下用测微尺测量受精卵及胚胎、仔稚鱼的可量性状。在体视解剖镜及光学显微镜下观察胚胎及仔稚鱼的发育变化, 记录发育水温及各期特征, 并描绘草图。采用Smith氏液固定各期标本, 24h后用水冲洗, 保存于70%乙醇液中备核查用。胚胎及幼鱼发育分期参照文献^[4,5]。该实验共作3次, 以第1次观察为主, 详记各期特征。1996年4月29日第2次获得受精卵, 作为第1次观察的补充。1997年4月19日第3次重复实验, 主要积累胚后发育的生长资料。材料整理中, 将两次孵化过程中温度的变化, 采用公式

$$T = \frac{t_2 n_2 - t_1 n_1}{n_2 - n_1}$$

其中, t_1 , t_2 分别为先后两次胚胎发育的平均水温, n_1 , n_2 分别为先后两次胚胎发育所需的时间, 计算各胚胎发育阶段累积“度·时”值和发育的下限温度。

2 结果

2.1 胚胎发育

完成第1次胚胎发育所需“度·时”值为1493.45, 平均水温 t_1 为21.32, 所需时间 n_1 为71.12h。完成第2次胚胎发育所需“度·时”值为1110.42, 平均水温 t_2 为23.02, 所需时间 n_2 为44.42h, 从而算得完成一次胚胎发育所需“度·时”值平均为1301.94, 胚胎发育所需的下限温度为18.49。

受精卵(22.2): 呈圆球形, 淡黄色, 富含卵黄, 沉性, 卵径1.7~1.9mm(图-1)。受精卵遇水4min后, 卵膜开始吸水膨胀, 出现粘性。卵膜透明, 卵周隙扩大至0.8~0.9mm, 卵膜外径为2.5~2.7mm。卵受精后, 分布于卵黄膜内侧的原生质流动, 形成辐射状向动物极集中。受精后47min, 在动物极中央形成隆起的胚盘(图-2), 胚盘高0.7mm, 胚盘直径0.8mm。

卵裂期(22.2~22.5): 受精后1h25min, 胚盘出现第1次分裂, 为经裂, 形成两个大小相似的分裂球, 近圆球形(图-3)。受精后1h57min, 进行第2次经裂, 分裂沟与第1次相垂直, 形成4个大小形态相似的分裂球(图-4)。受精后2h27min, 进行第3次卵裂, 出现2条与第1次分裂沟相平行的分裂沟, 形成8个大小相似的分裂球(图-5)。受精后2h47min, 进行第4次卵裂, 出现与第2次分裂沟平行, 但与第1、3次分裂沟相垂直的分裂沟, 形成了排为4行×4列, 大小形状相似的16个细胞, 此时整个胚盘呈方形(图-6)。受精后3h16min, 开始第5次分裂, 仍为经裂, 形成的32个细胞在动物极排成8×4的矩形(图-7)。以后细胞分裂不再同步, 分裂面也渐不整齐, 细胞大小也不再一律, 分裂球细胞亦由矩形逐渐变为半圆形覆盖于卵黄上方。受精后4h49min, 在胚盘处形成了多层排列而隆起呈半球形的实心细胞团, 即桑椹期(图-8)。

囊胚期(22.5~23.0): 受精后5h59min, 细胞很小, 尚能看清细胞界限, 为囊胚早期开始(图-9), 囊胚直径约占卵径的2/3, 高约为卵径的1/3, 此时卵黄运动开始, 出现了植物极部分陷入的卵黄波动性运动, 胚胎侧位。受精后6h40min, 进入囊胚中期, 囊胚细胞越分越小, 囊胚层变薄而透明, 此时囊胚腔

可见,细胞数目增多,界限模糊,胚体仍侧位,同时植物极表面可见一些大小不一,分散不均的圆形凹陷(图-10)。受精后 8h 24min,囊胚晚期开始,囊胚高度变低,并向扁平发展,覆盖于卵黄囊上方的细胞极小,界限不清,因分裂细胞向植物极扩展,囊胚变低变薄,胚胎恢复卵裂时的正位(图-11)。

原肠胚期(21.0~22.6):受精后 9h 30min,发育进入原肠早期,胚体仍正位,囊胚的边缘细胞增多,胚胎和卵黄之间的凹痕渐次消失,动物极细胞向植物极延伸而下包卵黄 1/3,由于分裂球细胞的下包、内卷运动而形成胚环(图-12)。受精后 15h 27min,分裂球细胞下包卵黄的 1/2,胚体侧卧,胚盾已见雏形,为原肠中期的开始(图-13)。受精后 18h 42min,分裂球继续下包达 2/3,胚盾显著伸长,超过动物极顶部,整个胚胎呈 2.4mm × 1.7mm 的长椭圆形,胚体侧卧,进入原肠晚期(图-14)。

神经胚期(21.3):受精后 22h 22min,由于胚盾表面的外胚层分化成神经板和表皮层,并不断内卷而略内陷,形成神经沟,成为神经胚期(图-15),此时胚体下包卵黄 5/6 以上,形成卵黄栓,胚体侧卧,卵黄囊上仍可见许多大小不一的凹陷,胚盾中部两侧出现 3 对肌节。受精后 24h 31min,胚孔封闭,肌节增至 6 对,眼泡原基形成(图-16)。随后两侧神经褶向正中愈合,形成神经管,神经管前端膨大成脑泡,并分化出前、中、后三部分。

器官分化阶段(20.5~21.7):受精后 31h 17min,肌节增至 7~9 对,眼囊形成(图-17)。之后,肌节 11 对时,嗅囊形成,有尾芽雏形(图-18)。受精后 32h 17min,长椭圆形耳囊出现,此时肌节 15~16 对(图-19)。受精后 33h 17min,肌节增至 17 对,可见尾芽与卵黄分离(图-20)。受精后 36h,肌节 23~26 对时,眼囊变圆,眼晶体形成(图-21)。受精后 37h 17min,肌肉效应开始,肌肉收缩微弱而无节奏,为缓慢的颤动式收缩,每分钟约 6~7 次,此时,肌节增至 28 对(图-22)。受精后 41h 7min,肌肉收缩基本上节律化,为左右扭动,每分钟 14 次左右,此时头部向上抬起,其下方与卵黄囊之间出现一个小空间,为围心腔雏形,同时尾芽伸长,卵黄囊变成前大后细的逗号状,肌节 28 对以上。受精后 44h 7min,脑泡下方的围心腔扩大,腔中部出现细长管状的心脏(图-23)。受精后 45h 7min,耳囊内出现两颗微小而发亮的耳石,一前一后,内耳形成(图-24)。受精后 60h 2min,心脏搏动明显,胚体在膜内左右转动,尾芽进一步伸长,并向卵黄囊侧弯曲。受精后 71h 7min,进入孵化期,卵膜逐渐变薄,加上胚体运动的牵拉,使卵膜破裂,多数以头部从裂口孵出,也有个别以尾部从裂口孵出。初孵仔鱼平均全长 6.6mm,卵黄囊前大后小,头部稍突出于卵黄囊(图-25)。

2.2 胚后发育

肛原基出现期:孵化后 6h 50min,肌节 38 对,肛原基出现。此期中,后脑发达,尾部开始上翘,血细胞无色素,心房、心室形成,卵黄囊前大后小,头部从卵黄囊抬起,仔鱼全长 6.84mm,头长 0.45mm,仔鱼全身侧卧水底。

胸鳍原基期:孵化后 13h 10min,肌节 39 对,胸鳍原基出现,位于第 2~3 肌节之间的卵黄囊上缘处,与脊索平行。此时仔鱼全长 7.08mm,头长 0.52mm,尾长 2.02mm,卵黄囊长 4.54mm,卵黄囊囊部高 1.34mm,卵黄囊柄高 0.85mm(图-26)。

鳃弧期:孵化后 25h 9min,肌节 40 对时,听囊下方稍后处,出现 4 条鳃弧和鳃盖原基,可见 4 条透明的鳃裂,并见 4 条鳃弧的血液循环,腹大动脉,动脉球形成,在以后形成居维尔式管的地方可见许多无色素、流动的血细胞穿过卵黄囊,肌节间循环明显。在卵黄囊背部,胸鳍原基和听囊之间的腹面出现椭圆形鳃的雏形。有放射状细小的尾鳍条原基形成。此时仔鱼全长 7.75mm,头长 0.7mm,躯干长 4.67mm,尾长 2.40mm,鱼体不时向上作螺旋式窜游,然后下沉侧卧不动。

鳃丝期:孵化后 36h 22min,首先见第 2 及第 3 鳃弧外缘形成 4~5 个短突状的鳃丝,随后可见 4 个鳃弧均有鳃丝原基形成。鳃弧中都有血液循环。入鳃动脉,腹大动脉,动脉球形成,心室及心房内的血细胞为红褐色,其余部分的血细胞淡黄色。此时胸鳍原基已伸长成扇形(图-27)。

眼黑色素出现期:孵化后 51h 25min,肌节 41 对,可见眼晶体呈褐色,其周围有许多黑色素细胞,随后肉眼可见眼球黑色。此时,内耳三个半规管形成雏形,输尿管形成,肛门贯通,仔鱼全长 8.33mm,头长 0.87mm,尾长 2.44mm(图-28)。

口凹形成期:孵化后 74h 30min,肌节 41 对,仔鱼头端腹面出现口凹,下颌开始活动,鳃盖形成,活动频繁,卵黄囊囊部变小,脑颅和咽颅的雏形形成,胸鳍条 5 根,胸鳍向背方伸展很长,活动能力加强。此时仔鱼全长 8.61mm,尾长 2.53mm,头长 1.12mm,仔鱼开始“平游”(图 - 29)。

鳔形成期:孵化后 82h,肌节 42 对,卵黄囊前端稍后,第 6~8 对肌节的下方可见椭圆形的鳔室形成,前大后小,仅一室。此时仔鱼全长 9.0mm,仔鱼能“平游”,有时呈螺旋形窜游至水面,然后下沉侧卧。

体色素出现期:孵化后 99h,仔鱼全长 9.54mm 时,肌节 42 对,侧线上出现一系列星芒状的黑色素细胞,在耳囊上方有两个小的黑色素细胞(图 - 30)。孵化后 8d,可见脊索两侧,从背鳍褶前至尾部脊索上翘处,有一列稀疏而小的黑色素细胞(图 - 31),卵黄囊前端的侧线外缘,黑色素细胞浓集成黑斑状。肛门之后,侧线两侧的黑色素细胞较少,在鳃盖后缘,胸鳍基部出现分散的黑色素细胞,耳石后缘有几个中等大小的黑色素细胞,眼球后缘有排成四方形的小黑色素细胞 4 个。后脑背面正中处,有 3 个小黑色素细胞。孵化后 10d2h,稚鱼从吻端至肛门,头部及躯干背面出现许多桔红色点状色素细胞。头部背面黑色素细胞排成“C”形,腹部下缘出现一系列黑色素细胞,尾鳍上、下叶出现黑色素细胞。孵化后 13d,尾鳍下叶基部有一大的黑斑(图 - 32)。孵化后 21d 的稚鱼,鳔两侧有大量的黑色素细胞(图 - 33)。孵化后 24d,上唇边缘及颅顶可见许多黑色素细胞。孵化后 33d,头部及各鳍基部有浓集的黑色素细胞(图 - 34)。

背鳍原基形成期:孵化后 102h,奇鳍褶前端隆起形成背鳍原基,但无鳍条。随后背鳍原基与尾鳍之间的背褶渐被吸收,背鳍越来越明显(图 30)。

尾鳍分化期:孵化后 5d,仔鱼全长 9.54mm 左右时,肌节 42,尾鳍褶圆形,其腹侧可见明显较背侧粗的放射状鳍条,尾鳍分化,此时胸鳍鳍条 16 根,胸鳍已基本形成。孵化后 10d,尾鳍褶腹侧有较粗的鳍条 18 根(图 - 31)。

开口摄食期:孵化后 6d,仔鱼全长 10mm 左右,已能正常游动,卵黄囊明显变小,呈长椭圆形,随后呈两端稍尖的细棒状,开始排出黄绿色胎粪,仔鱼有摄食行为,肠中发现小球藻,仔鱼已进入混合营养阶段。孵化后 10d,仔鱼全长 10.5mm 时,消化道前段弯曲成“S”形,消化道镜检有绿藻类和枝角类,卵黄囊已完全消失(图 - 31)。

鳔前室出现期:孵化后 8d,仔鱼全长 10mm,鳔为一室。孵化后 10d,稚鱼全长 10.5mm 时,鳔前端出现一小泡,形成前后两室,稚鱼一直浮游于水中,很少停卧水底,同时尾鳍形成,尾鳍褶外缘内凹。

臀鳍出现期:孵化后 13d,稚鱼全长 11.2mm,紧接尿殖孔之后,臀鳍原基出现(图 - 32)。

背鳍形成期:孵化后 21d,稚鱼全长 12.2mm,背鳍与背鳍褶分离,鳍式 III - 8 形成。尾鳍分叉明显,腹褶发达,腹鳍原基未出现(图 - 33)。

臀鳍形成期:孵化后 24d,稚鱼全长 14.5mm,臀鳍与鳍褶分离,鳍式 III - 5 形成,在背鳍起点稍后的腹鳍褶上缘形成三角形的腹鳍原基(图 - 34)。

腹鳍形成期:孵化后 33d,稚鱼全长 18.6mm,腹鳍形成,鳍式 I - 8。鱼体腹面及体侧可见银色光泽,上、下唇较厚,下唇中叶具雏形(图 - 35)。

鳞片及下唇中叶出现期:孵化后 46~50d,稚鱼全长 22.7mm 左右,侧线鳞及上、下数行鳞列自前方陆续向后方形成,覆盖躯干前部。孵化后 55d,稚鱼全长 26mm 左右,吻的颈部有小刺突,下唇中叶形成雏形。第三批重复实验证明,稚鱼在胚后 65d 至 72d,全身被覆鳞片,仅腹部正中裸露(图 - 36)。

2.3 稚幼鱼的生长

1997 年 4 月 19 日在涪江涪沱镇江段瓣结鱼产卵场采获 期 亲鱼,经人工受精,重复观察了瓣结鱼胚后发育,并获幼鱼生长数据如表 1。

3 小结与讨论

瓣结鱼成熟卵为橙黄色,与受精卵所附的水底卵石,泥沙的颜色近似,是一种保护性适应。成熟卵

径 1.7~1.9mm,吸水膨胀后达 2.5~2.7mm,较同一亚科的云南光唇鱼 *Acrossocheilus yunnanensis* (Regan) (卵径 1.82~2.00mm,吸水膨胀后达 4.05mm) 为小^[6],粘性较云南光唇鱼强。这与瓣结鱼在流水中产卵,产卵后沉在水底各种基质上发育相适应。

瓣结鱼胚胎在水温 20.5~23.0 条件下,从受精卵至孵化出膜的时间为 71h 7min,与云南光唇鱼在时序,各期形态特征上基本相似^[6],不同之处在于瓣结鱼无尾泡出现,嗅囊较听囊先形成,而云南光唇鱼嗅囊出现在听囊之后,有尾泡形成。另外瓣结鱼胚胎发育在囊胚早期有卵黄的波状运动,囊胚中期至胚孔封闭之前,胚体植物极表面有一些大小不一,分布不均的圆形凹陷,这种卵黄的波状运动对发育中卵子的呼吸是十分有利的,而卵黄囊表面的圆形凹陷似与卵内原生质流向动物极有关。

发育中的胚胎要经历正位-侧卧-正位-侧卧-正位的过程。卵裂期属正位,第 1 次侧卧发生于囊胚早期,因细胞分裂增多,引起重心偏移所致;囊胚晚期,胚层细胞变低变薄,重心回位又成正位,保持到原肠早期;到原肠中期,胚胎再次从正位转向侧卧,直至胚孔封闭;从器官分化至孵化,胚体大多数保持正位。仔鱼多数以头部首先从膜内孵出,这是由于孵化腺以头部分布特别丰富造成的。

由胚胎发育所需积温,计算其发育最低温度为 18.49。根据文献[7]中记载 3 月中旬已捕获成熟亲鱼,产卵盛期为 3-4 月,水温 16.4~18.8。据作者 1995-1997 年 3-5 月连续收集标本,瓣结鱼在涪江涪沱镇产卵场捕获 V 期雌鱼的最早时间 1995 年是 4 月 21 日,江中水温(早晨 7 点)为 19,1996 年为 4 月 29 日,江中水温(早晨 7 点)为 19.5,1997 年为 4 月 19 日,水温最低值为 18,这些最早产卵生态温度与胚胎发育最低温度理论值较为相近,证实推算其温度下限值是正确的,且说明产卵盛期相对集中于 4 月底。

胚后发育过程中,仔、稚鱼的体色素变化有一定规律,具有种的特点,如孵化后 13d 以上的稚鱼尾鳍基部有一大型黑斑,可作为稚鱼阶段种类区别的鉴别特征之一,下唇中叶形成后,下唇中叶的有无可作为稚、幼鱼阶段种类鉴别的主要特征。

仔、稚鱼生活于水体中下层,较少游至水体表面,健游,喜氧气充足的流水生活,适应性强,耐病力好,如作者通过实验得出该种仔、稚鱼对小瓜虫病有较好的耐受性。

参考文献

- [1] Wu X W. Chinese cyprinid fishes [M]. Shanghai: Shanghai People's Press, 1977. 322 - 330. [伍献文. 中国鲤科鱼类志, (下卷) [M]. 上海: 上海人民出版社, 1977. 322 - 330.]
- [2] The group of fishes resources investigation in Jialing River system. The report of fishes resources investigation in Jialing River system [R]. 1980. [嘉陵江水系鱼类资源调查组. 嘉陵江水系鱼类资源调查报告 [R], 1980.]
- [3] Shi B N. The fishery resources and division of districts of Sichuan river system [M]. Chongqing: Southwest China Normal University Press, 1990. 144 - 145. [施白南. 四川江河渔业资源和区划 [M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1990. 144 - 145.]
- [4] Institute of Experimental Biology, The Chinese Academy of Sciences. Studies on the artificial reproduction of four Chinese farm fishes [M]. Beijing: Science Press, 1962. 125 - 136. [中国科学院实验生物研究所. 家鱼人工生殖的研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1962. 125 - 136.]
- [5] Yi B L, Yu Z T, Liang Z X, et al. The Gezhouba hydroelectric project and four Chinese farm fishes in the River Changjiang [M]. Wuhan: Hubei Scientific and Technical Press, 1998. 75 - 78. [易伯鲁, 余志堂, 梁秩等. 葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼 [M]. 武汉: 湖北科技出版社, 1998. 75 - 78.]
- [6] Tang A H, He X F. The elementary observation on the embryonic and larval development of *Acrossocheilus yunnanensis* (Regan) [J]. J Southwest China Normal Univ (Natural Science), 1982, 1: 91 - 95. [唐安华, 何学福. 云南光唇鱼的胚胎和胚后发育的初步观察 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 1982, 1: 91 - 95.]
- [7] The Changjiang aquatic resources survey group of Sichuan Province. Data compilation of the Changjiang aquatic resources survey of Sichuan Province [R]. 1975. [四川长江水产资源调查组. 四川长江水产资源调查资料汇编 [R], 1975.]

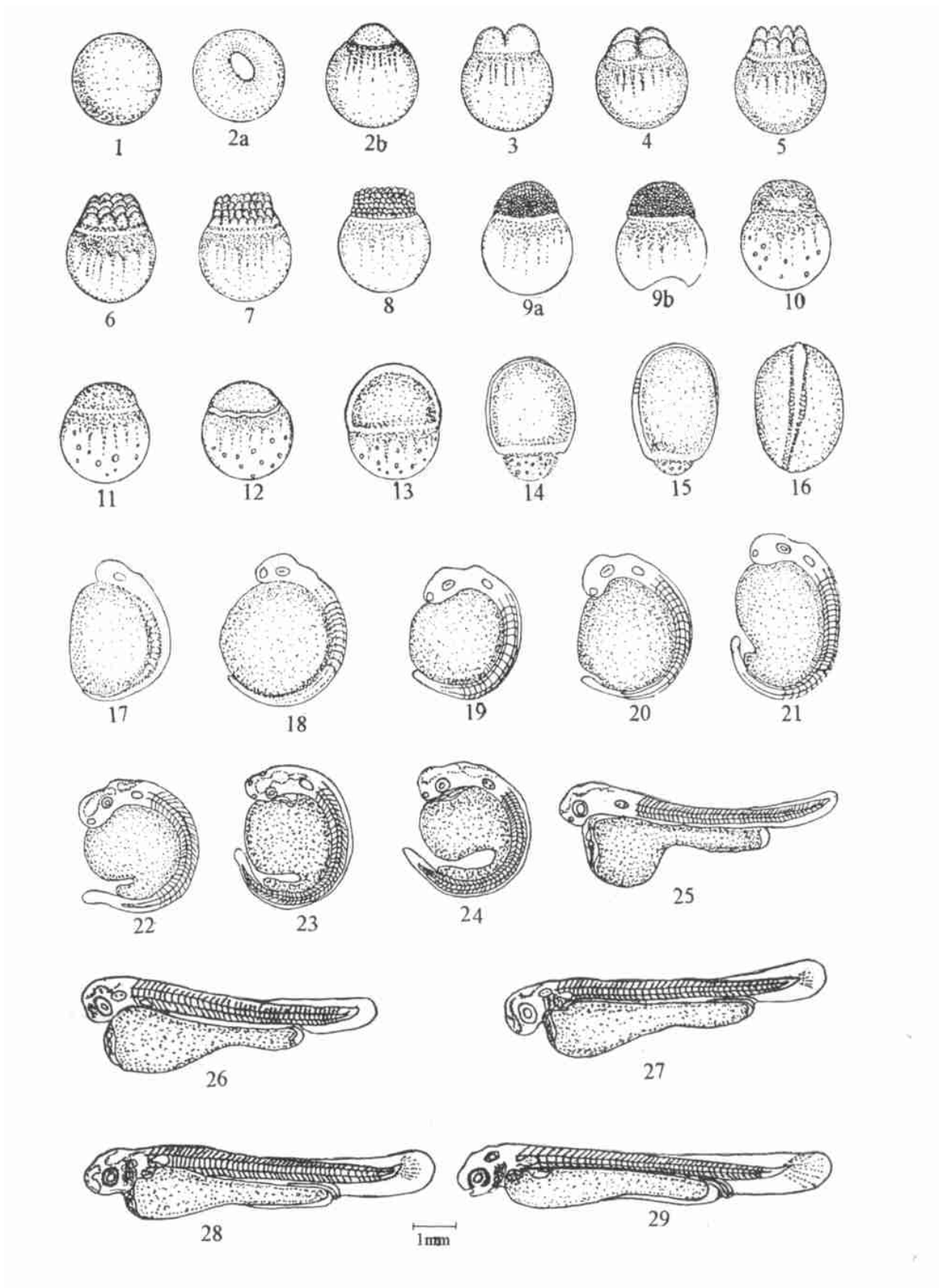
表 1 瓣结鱼幼鱼全长测定结果

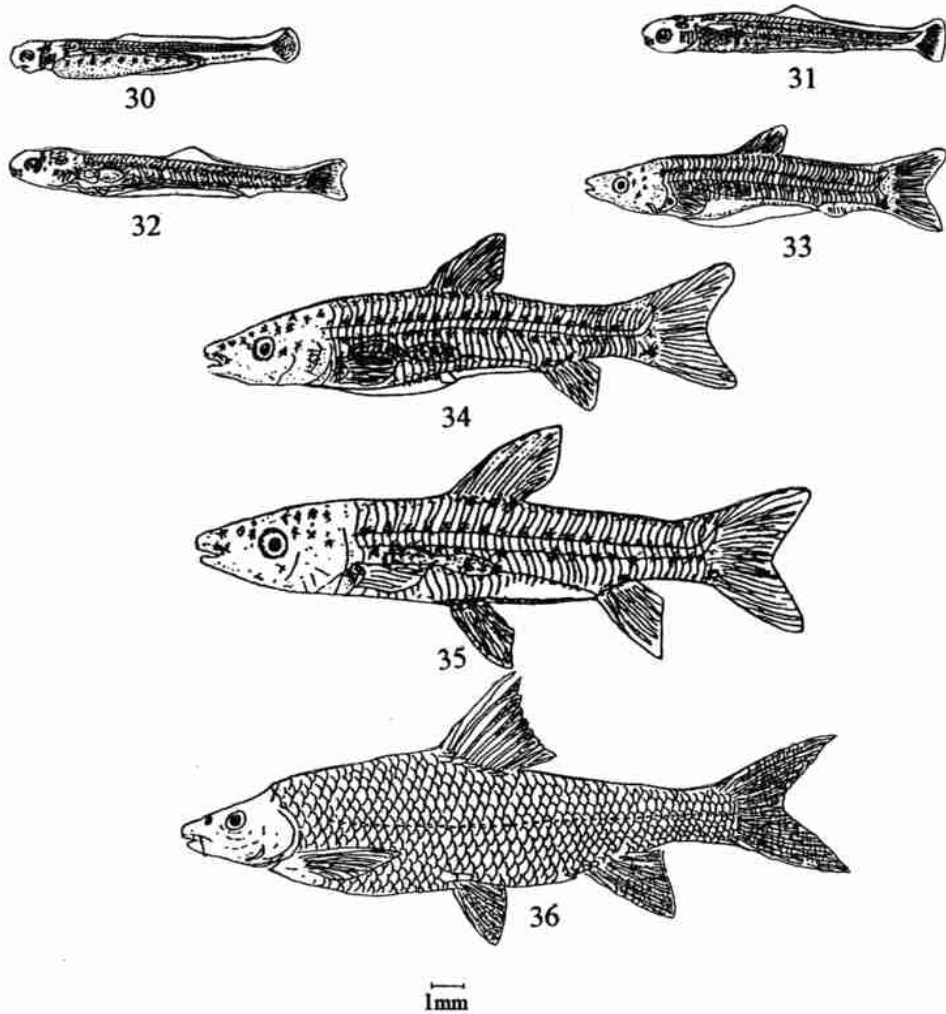
Tab. 1 The measured value of larval total length of *Tor brevifilis brevifilis*

日龄 (d) days	全长范围 (mm) total length range	平均值 (mm) average ±SD
14	10.2~11.2	10.8 ±0.358
22	10.3~13.7	11.42 ±1.474
26	12.5~16.0	14.34 ±1.184
31	15.4~18.5	16.8 ±1.082
36	15.5~19.5	17.9 ±1.895
40	16.7~24.5	19.76 ±2.528
45	18.0~25.2	22.07 ±2.685
55	19.5~35.5	26.0 ±4.653
65	24.5~38.0	32.8 ±3.593
74	29.0~40.5	36.25 ±4.423
105	38.0~52.0	45.7 ±4.832

谢恩义等:瓣结鱼的胚胎及幼鱼发育

图版(Plate)





图版说明 Explanation of Plate

1. 受精卵; 2. 胚盘期; 3. 2 细胞期; 4. 4 细胞期; 5. 8 细胞期; 6. 16 细胞期; 7. 32 细胞期; 8. 桑椹期; 9. 囊胚早期; 10. 囊胚中期; 11. 囊胚晚期; 12. 原肠早期; 13. 原肠中期; 14. 原肠晚期; 15. 神经胚期; 16. 胚孔封闭期; 17. 眼囊形成期; 18. 嗅囊形成期; 19. 耳囊形成期; 20. 尾芽形成期; 21. 眼晶体形成期; 22. 肌肉效应期; 23. 心脏形成期; 24. 耳石形成期; 25. 初孵仔鱼; 26. 孵出 13h10min 仔鱼; 27. 孵出 36h22min 仔鱼; 28. 孵出 51h25min 仔鱼; 29. 孵出 74h30min 仔鱼; 30. 孵出 4d 仔鱼; 31. 孵出 6d 仔鱼; 32. 孵出 13d 稚鱼; 33. 孵出 21d 稚鱼; 34. 孵出 24d 稚鱼; 35. 孵出 33d 稚鱼; 36. 孵出 55d 稚鱼

1. Fertilized eggs; 2. Blastodisc stage; 3. Two-cell stage; 4. Four-cell stage; 5. Eight-cell stage; 6. Sixteen-cell stage; 7. Thirty-two-cell stage; 8. Morula stage; 9. Early stage of blastula; 10. Middle stage of blastula; 11. Late stage of blastula; 12. Early stage of gastrula; 13. Middle stage of gastrula; 14. Late stage of gastrula; 15. Neurula stage; 16. Stage of blastopore closing; 17. Stage of eyesac formation; 18. Stage of olfactory sac formation; 19. Stage of ear vesicle formation; 20. Stage of tail bud formation; 21. Stage of eye lens formation; 22. Stage of muscular effect; 23. Stage of heart formation; 24. Stage of otolith formation; 25. Newly hatching fry; 26. 13h 10min fry after hatching; 27. 36h 22min fry after hatching; 28. 51h 25min fry after hatching; 29. 74h 30min fry after hatching; 30. 4d fry after hatching; 31. 6d fry after hatching; 32. 13d juvenile after hatching; 33. 21d juvenile after hatching; 34. 24d juvenile after hatching; 35. 33d juvenile after hatching; 36. 55d juvenile after hatching