

斑点叉尾鲟胚胎和幼苗发育的观察*

蔡焰值 陶建军 葛 雷 何世强

(湖北省水产科学研究所, 武汉 430071)

提 要 斑点叉尾鲟卵为圆球形、桔黄色,属于沉性,透明并具有粘性,卵与卵之间的粘性较强,产出时互相粘合成不规则的块状。卵的平均直径为3.457 mm,受精卵在水温25.5—29 °C时,出膜时间为146小时56分钟(6天以上)。孵化出膜的仔鱼呈金黄色,卵黄桃红色,体较透明,体全长7.89—8.13 mm,平均为7.95 mm。出膜4天后,开始摄食,转入混合营养阶段,10天左右器官分化完善。出膜后仔鱼集群堆积于水体底部。眼晶体、黑色素和嗅囊出现,心脏形成和搏动,内耳、尾和胸鳍原基形成,开始血液循环及红色素,鳃弓、鳃丝和鳃盖原基形成,消化道、肛门和肝脏等均在出膜之前形成。

关键词 斑点叉尾鲟, 胚胎发育, 幼苗发育

斑点叉尾鲟*Ictalurus punctatus*(Rafinesgue)亦称沟鲶,属于鲶形目、鲟科(Ictaluridae)鱼类,原产美洲主要分布于北美洲大部份国家(Curtis, 1949)。该鱼具有生长快、杂食性较易饲养,适应性强、产量高和肉质鲜美等优点。在美国已有很长的养殖历史,是美国淡水养殖中主要经济鱼类之一,最大个体可达20多公斤,占美国淡水鱼总产量之首。

关于斑点叉尾鲟胚胎和幼苗发育的观察,国内目前尚未见报道,美国学者Brown(1942),Curtis(1949),Saksena, V. P. 等(1961)及Moyle, P. B. 等(1976)曾报道了其产卵和幼苗的发育及胚胎发育中神经胚期以后阶段的部份,但内容比较简单,与我们观察的胸鳍原基、鳃丝、肛门和肝脏的形成时间有所差异。1984年我国首次由湖北省水产科学研究所从美国引进幼苗(带卵黄囊),经3—4年的池塘培育达到性成熟,每尾鱼体重平均为2500克左右。1987年自然产卵和人工孵化获得成功,随后又进行了3年的人工孵化和鱼苗培育,现已投入批量生产及应用推广,并对其胚胎和幼苗发育进行了观察。

材 料 与 方 法

本实验的材料是采用在水泥池内、池塘自然产卵所取得的受精卵。卵的收集必须正确掌握产卵时间,当亲鱼正在发情产卵过程中就速收集受精卵,并选择刚受精而尚未吸水膨胀的卵,用解剖镜(6.3×4.5×5倍)进行胚胎发育的观察。采用描绘器活体记录胚胎在发育中的外部特征及其变化,同时记录胚胎发育时序和测量其性状。用同样的方法观察幼苗的变化。每次所观察受精卵的数量不少于20多个,幼苗则不少于10尾。

胚胎发育过程包括胚前和胚后发育,胚前发育划分为受精卵、卵裂期、囊胚期、原肠期、神经胚期以

*本文承中国科学院武汉分院施璠芳教授审阅,修改,谨此致谢。

收稿年月:1991年3月;同年5月修改。

及从尾芽到孵化期。胚后发育分为仔鱼前期、仔鱼期和稚鱼期。前者从受精卵至出膜，后者从出膜至卵黄囊消失及器官分化完毕。每个阶段又可按发育的变化特征又划分若干时期。

结 果

(一) 胚胎发育(水温25.5—29°C)

(1) 受精卵

成熟鱼卵的外形呈椭圆形,比重大于水,为沉性卵。含丰富的卵黄,卵色呈桔黄色,透明。未吸水膨胀的卵径,长径(从动物极至植物极端)的变化幅度为 3.481—3.493mm,平均值为 3.457mm;短径变化幅度为 3.107—3.127mm,平均值为 3.122mm,与美国学者^[3-6,8]所报道的卵径变幅相近似。受精卵吸水膨胀后,卵周隙扩大较明显。卵膜较厚,富有弹性及光泽。受精孔圆形较明显,周围有较明显的放射纹,一直延至原肠中期左右消失。卵受精后遇水10—13分钟(有个别卵块延长至18—30分钟)膨胀达到最大限度,此时,卵的外径平均值 4.584mm(图 I,1),膨胀系数为 0.326 左右。未受精卵吸水膨胀系数大于受精卵,卵色明显淡于受精卵,卵径平均值为 5.727mm,其膨胀系数为 0.633 左右。受精卵与未受精卵遇水后 8—12 分钟均能产生粘性,卵粒互相粘合成卵块,卵块厚度及形状无规律性。卵块与异物之间也能产生粘着力,但不如卵粒之间的粘性。若附粘在异物(如产卵巢)上,用水轻轻冲击即可脱落。整个卵膜表面均具粘性,从受精至出膜,粘性无明显变化,如从卵块上取下卵粒必需损坏另一卵膜。鱼苗出膜后,卵膜联成薄膜状,未受精卵和死卵的卵膜粘力消失,卵块分散为白色颗粒状。斑点叉尾鲷卵膜的粘性与胡子鲶(*Clas-fusus*)和两栖胡子鲶(*Clarias batrachus*)的不同,^[1]后者粘着部位只限于与动物极相垂直一侧。

斑点叉尾鲷卵受精后 62 分钟,卵细胞的原生质向动物端移动,并集中卵黄表面形成深黄带淡红色的胚盘(图 I,2)。胚盘的高度约为卵长径1/4左右。

从受精卵至胚盘形成阶段时间为 73 分钟。

(2) 卵裂期

斑点叉尾鲷卵为端黄卵,其卵裂为盘状卵裂,卵受精后 73 分钟,胚盘中央出现一条贯穿胚盘的分裂沟;受精后 167 分钟,此沟从模糊状渐渐清晰,沟逐渐加深最后切断,在胚盘上形成两个大小相似的分裂球[图 I, 3(a,b)]。此为第一次卵裂,在初期此两分裂球呈半圆形,随后逐渐增高变为圆球形。受精后 232 分钟,进行第二次卵裂。在两个圆球形中心接近点处出现与第一次分裂沟相垂直的分裂沟纹,逐渐扩大加深并形成 4 个类似的分裂球[图 I, 4(a,b)]。受精后 299 分钟,第三次卵裂,出现两条新的分裂沟纹,逐渐加深而清晰,与第一次分裂沟平行而各分割于两个细胞的中央,形成排列两行,每行 4 个(共 8 个)分裂球,分裂球外形相似,在体积上无明显差异,但中间的 4 个细胞略小而稍高,呈深黄色;两端的 4 个细胞稍大而略低,呈深黄色稍淡(图 I,5)。受精后 358 分钟,进行第四次卵裂,出现两条与第二次分裂沟相平行的分裂沟,纬裂,并分别切割每组 4 个细胞的中央,形成 4

行排列共 16 个细胞,细胞在体积上开始出现差异,但其周边的细胞排列仍较整齐(图 I,6)。受精后 415 分钟,胚盘进行第五次卵裂,仍为经裂,出现四条与第三次分裂沟平行的分裂沟,并分切割每组 4 个细胞的中央,形成 8 行排列共 32 个细胞,细胞为单层,清晰可见,但在体积上差异明显(图 I,7)。受精后 457 分钟,进行第六次卵裂,细胞分裂出现经裂和纬裂,胚盘开始形成多层,分裂球大小不一,排列无规律性,长条的完整分裂沟模糊不清。卵裂速度稍微加快,卵裂球变小,细胞层次逐渐增多而变得较紊乱。到受精后 681 分钟,在卵的胚盘处,细胞分裂形成明显的隆起的实心细胞团,进入桑椹胚期(图 I,8)。以后,细胞分裂仍继续进行,细胞变得较小,分裂沟模糊不清。

本阶段持续时间为 10 小时 8 分钟,在整个发育过程中,胚胎以动物极—植物极为中心轴,始终不停的来回转动。

(3) 囊胚期

细胞继续分裂,受精后 12 小时 30 分钟,分裂球变得更小,中央的细胞界线不清楚,但周边缘的细胞界线仍可看清楚。在原胚盘处形成举起的囊胚,其高度类似原胚盘的高度,约为卵径的 $\frac{1}{4}$,即囊胚初期(图 I,9)。受精后 14 小时 18 分钟,细胞继续分裂,胚层开始偏向下方扩展,并渐渐变薄和透明,隆起的细胞变得稍扁平,突起的囊胚高度约为卵径的 $\frac{1}{5}$,即囊胚中期(图 I,10)。受精后 16 小时 15 分钟,细胞继续分裂,囊腔的内胚层向卵黄囊部分明显下包,紧贴于卵黄囊上,下包的边缘形成的胚环不太明显,囊胚腔清晰可见,细胞界线完全模糊不清,胚层高度下降至卵径的 $\frac{1}{6}$,开始产生下包作用,即囊胚晚期(图 I,11)。

本阶段持续时间为 6 小时 7 分钟,胚胎的运动速度有明显的加快,每分钟 3—4 次。

(4) 原肠期

受精后 21 小时 3 分钟,胚层开始明显的下包作用,进入原肠初期(图 I,12)胚盘类似帽状套在卵黄囊之上,胚胎下包达卵径的 $\frac{1}{5}$,此时卵黄囊上面的胚腔仍清晰可见,其后随着胚层下包,达卵径的 $\frac{3}{5}$,下包的边缘形成增厚的胚环,为深黄色,并在背唇处内形成增厚的胚盾。受精后 24 小时 2 分钟,原囊胚的高度完全消失,为原肠中期(图 I,13)。受精后 25 小时 45 分钟,胚盘下包达到卵径的 $\frac{4}{5}$,胚体雏形开始形成,胚盾上伸过动物极端,并于前端开始形成略为膨大的脑泡原基,胚体的中轴器官奠基已基本形成,为原肠晚期(图 I,14)。

本阶段持续时间为 9 小时 30 分钟。

(5) 神经胚期

受精后 28 小时 52 分钟,胚盾中线内陷形成神经沟,胚层下包达卵径的 $\frac{5}{6}$,胚环明显缩小,植物极端的卵黄囊露于胚环外,形成卵黄栓(图 I,15),以后胚孔逐渐缩小变为模糊。受精后 30 小时 24 分钟,胚层合拢,胚孔封闭。卵黄囊腔隐约可见,胚体雏形较明显(图 I,16)。受精后 33 小时 52 分钟,胚体稍有所增长,在胚体中部偏前,肌节开始形成为 4—5 对(图 I,17)。受精后 36 小时 22 分钟,肌节增至 6—8 节,在头部出现椭圆形眼泡原基,同时形成脑泡的分化,为前、中、后三节,中间节明显高于两端,类似圆形,在眼泡原基

正上方(图 I, 18)。受精后 37 小时 43 分钟, 肌节增至 10—13 节, 在跟泡原基内、出现一扁豆形的结构, 即眼囊(图 I, 19)。受精后 40 小时 13 分钟, 肌节增至 14—16 节, 在胚体的中轴上出现脊索, 肌节增至 18 节时, 脊索更为明显。胚体的背部背缘, 明显出现较窄的不太规则的波纹状结构(图 I, 20)。本阶段持续时间为 15 小时 30 分钟。

(6) 从尾芽到孵化期

受精后 43 小时 43 分钟, 胚体尾芽明显地从卵黄球末端分化出来, 其突起部分近圆形, 末端呈尖芽状, 透明, 可见一游离的圆形尾泡, 同时嗅囊出现。胚体体节增至 20—23 节(图 I, 21)。受精后 46 小时 43 分钟, 胚体体节为 25—26 节, 在胚体前端背上方出现泡状听囊原基(图 I, 22)。受精后 49 小时 23 分钟, 占全胚体体长 1/4 部份的尾部与卵黄囊游离分开, 产生尾的抽动, 尾部伸出鳍褶形成。胚体体节为 28—30 节, 在头部下方与卵黄囊相连的外边缘有一个透明三角形处, 为腔状的围心腔, 有许多颗粒物质集中较密, 是心脏形成的位置(图 I, 23)。受精后 52 小时 52 分钟, 眼原基出现类似圆形无色透明的眼泡晶体, 胚体体节增至 31—33 节(图 I, 24)。受精后 56 小时 3 分钟, 尾部的肌节明显地收缩, 有间歇性抽动, 抽动频率为每分钟 60 次, 抽动方向无规律性(图 I, 25)。受精后 57 小时 53 分钟, 尾部抽动的频率增至 67 次/分钟, 头部下方, 卵黄囊前端斜角三角形透明处的围心脏内, 出现膨大圆形管状心脏(图 I, 26)。胚体体节为 34 节。受精后 59 小时 33 分钟, 在听囊中椭圆形的两端形成两个颜色较深, 清晰可见的耳石, 尾部抽动频率为 68 次/分钟, 胚体体节为 35 节(图 I, 27)。受精后 64 小时 33 分钟, 心脏出现分节, 心脏中间有两个膨大的室, 前端大于后端, 并开始有较明显的搏动, 其频率为 54—68 次/分钟。在胚体的中躯部至尾部肌肉有明显的收缩作用, 使得胚体和卵黄囊在卵膜内整体扭动, 胚体体节为 36 节(图 I, 28)。受精后 76 小时 33 分钟, 在头部腹面中部与卵黄囊前端尖上面之间, 形成第一对鳃弓, 鳃弓两端相连于上述两侧, 位于心脏斜上后面, 透明类似管状。此时进入循环期, 胚体可见心脏及卵黄囊腹部无色液体循环, 未见血红素。胚体扭动加剧, 心率加快为 73—78 次/分钟, 胚体体节为 36—37 节(图 I, 29)。受精后 83 小时 53 分钟, 胚体头部前端中偏下两侧出现口触须原基, 同时初步形成口, 肠道, 肛门开口处的鳍褶出现断裂, 但很模糊, 肛门没有分化; 第二对鳃弓形成, 心率加剧至 94 次/分钟, 胚体体节为 37—38 节(图 I, 30)。受精后 85 小时 46 分钟, 在眼晶体外周围, 开始出现黑色素。起先出现较细的圆圈, 黑色素较稀, 随着黑圈变粗, 黑色素较密, 最后整个眼均匀布满黑色素(图 I, 31)。受精后 91 小时 46 分钟, 4 对鳃弓全部形成, 但第 5 对鳃弓虽也形成但不明显, 较短。口触须从原基部生长成柱状型, 血红素已形成, 可见红色血球在循环, 在卵黄囊上有许多血管清晰可见, 肠道较明显, 肛门开口处有较明显的外凸, 头部前端在一对口触须之间开口但较模糊, 胚体体节为 39—40 节(图 I, 32)。受精后 107 小时 56 分钟, 出现口裂较明显, 类似“ ∞ ”型, 在胚体中轴稍前腹下与卵黄囊交界处, 肠道明显可见, 是一条平行于胚体的管道, 前端不弯曲, 后端通向肛门处呈“ ∞ ”型, 直通肛门口, 但尚模糊, 心率加剧至 102 次/分钟。受精后 122 小时 16 分钟, 口与肠道之间出现“ ∞ ”型膨大的胃成椭圆形。胃及肠道前端开始充满黄色物质, 仔细观察出现黄色物质开始较慢的向肠道后端肛门方向移动, 胚体体节为 43—44 节(图 I, 33)。受精后 116 小时 16 分钟, 上下腭形成, 上腭比下腭稍微有点突出, 鳃弓中的血液循环明显, 总主静脉流向心脏再

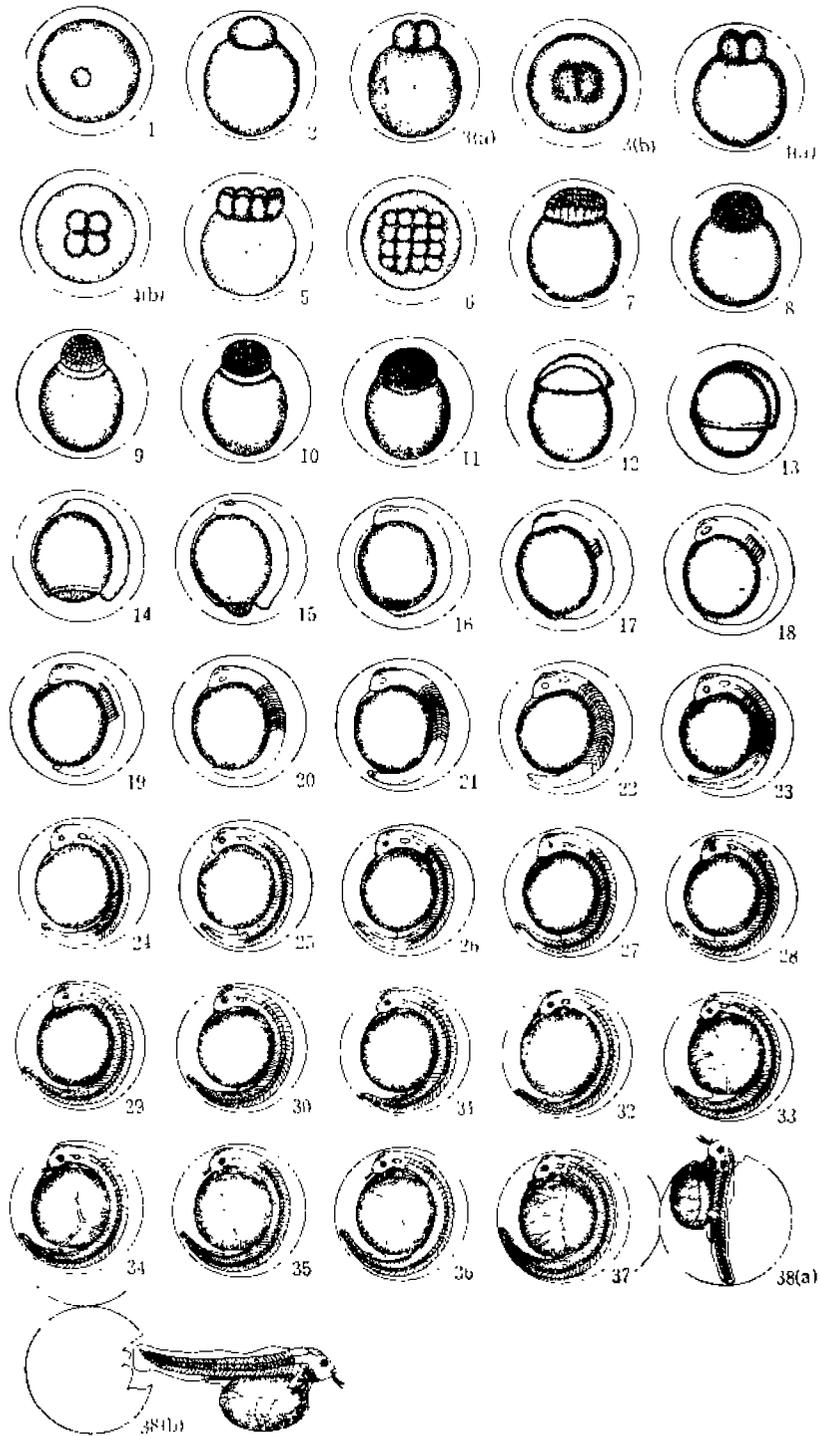


图 I 斑点叉尾鲴胚胎发育

Fig. I Embryonic development of *Ictalurus punctatus*

1. 受精卵[3.457mm(1. —37.)]; 2. 胚盘形成; 3(a). 2 细胞(侧面观); 3(b). 2 细胞(顶面观); 4(a). 4 细胞(侧面观); 4(b). 4 细胞(顶面观); 5. 8 细胞; 6. 16 细胞; 7. 32 细胞; 8. 桑椹期; 9. 囊胚初期; 10. 着胚中期; 11. 囊胚晚期; 12. 原肠初期; * 13. 原肠中期; 14. 原肠晚期; 15. 神经胚期; 16. 胚孔封闭期; 17. 体节出现期; 18. 眼泡原基、脑泡形成; 19. 眼囊期; 20. 脊索形成期; 21. 尾芽期; 22. 听囊原基; 23. 尾鳍褶形成期; 24. 晶体形成期; 25. 肌肉成应期; 26. 心脏形成期; 27. 耳石形成期; 28. 心脏搏动期; 29. 鳃弓形成期; 30. 触须形成期; 31. 眼黑色素形成期; 32. 血液循环期; 33. 口、胃、肠道、肛门形成期; 34. 上下腭原基; 35. 鳃盖形成期; 36. 鳃丝形成期; 37. 胸鳍原基; 38(a). 头伸出膜外(7.48mm); 38(b). 胚体出膜(7.48mm).

流向腹侧主动脉进入鳃动脉到出鳃动脉然后由背大动脉再输送到心脏各部位和尾动脉再进入尾静脉从肾门静脉进左右静脉均明显可见, 心脏跳动频率增至 109 次/分钟, 胚体体节 46--47 节, 胚体全长 6.2mm(图 I, 34)。受精后 120 小时 26 分钟, 在鳃弓上面鳃盖膜形成, 在眼后下面出现透明类似薄膜的三角扇形鳃盖, 透过鳃盖可以清晰观察内部的鳃弓, 胚体体节为 48—49 节, 心率为 115 次/分钟(图 I, 35)。受精后 129 小时 26 分钟, 在四对鳃弓上产生红色鳃丝, 鳃丝排列较密, 但每根鳃丝的形状较清晰。同时明显地观察到肝脏, 位于心脏的下方呈红色。下腭开始有明显的活动, 活动频率为 38 次/分钟(图 I, 36)。受精后 139 小时 6 分钟, 在鳃盖后面, 卵黄囊与胚体交界处稍偏下前端, 胸鳍原基形成, 透明类似“∩”型, 同时, 可见鳃盖活动, 每分钟为 43 次, 上下腭活动频率增至 43 次/分钟, 心率为 120 次/分钟, 胚体全长 7.48mm(图 I, 37)。受精后 146 小时 56 分钟, 进入孵化期, 卵膜表面变得稍偏浑浊, 弹性及光泽明显下降, 卵膜愈来愈薄, 卵膜内胚体运动较剧烈, 但粘性并未明显下降, 卵与卵之间卵膜尚牢固地粘连, 待鱼苗出膜完毕卵膜成一薄膜浮于水面, 经观察斑点叉尾鲷大部份胚体是头部顶破卵膜, 因此仔鱼是从头部先出膜外, 然后尾部不断地剧烈摇动推动胚体全部出膜, 这样带出卵黄囊及整个胚体出膜而完成孵化全过程, 胚体全长 7.89—8.13mm[图 I, 38(a、b)]。

在水温 25.5—29°C 的环境条件下, 斑点叉尾鲷从受精卵至孵化出膜整个阶段的时间为 146 小时 56 分钟, 即为 6.1 天。与 Clemens 和 Sneed(1957)所报导的基本相接近。

(二) 胚后发育(水温 23.5—27°C)

(1) 仔鱼前期

本阶段自仔鱼孵化出膜至卵黄囊被吸收消失, 幼鱼开始摄食为止, 历时 5 天半。

刚孵化出膜的仔鱼, 体全长 7.89—8.13mm, 体型细长, 卵黄囊较大, 近似椭圆形[图 II, 1(a、b)]。鱼体呈金黄色, 透明, 卵黄囊呈桃红色。背部略弯, 尾稍上翘, 头部大, 近似蝌蚪形状, 心脏大而较明显, 卵黄囊及腹部的血管清晰可见呈红色, 消化道与肛门相通, 并出现有黄色物向肛门口移动, 仔鱼出膜后沉于孵化器弱光处底部集群堆在一起, 尾鳍和胸鳍不断地摇动, 因卵黄囊较大, 沉底时呈仰卧状, 同时臀鳍原基形成。

出膜后 12 小时的仔鱼, 体全长 11.0—11.5mm, 尾鳍的骨质化鳍条形成, 尾部平截, 体色呈淡黄色, 卵黄囊及腹部的血管变粗而较明显, 消化道至肛门相通, 有黄色物向体外排出, 下颌须的一对外侧须形成(图 II, 2)。

出膜 24 小时的仔鱼, 体全长 12.0—12.3mm, 臀鳍和胸鳍的骨质化鳍条形成, 背鳍原基明显, 上下颌活动较剧烈, 卵黄囊开始明显地变小, 椭圆形卵黄囊后端变尖, 消化道中黄色物质向肛门移动外排加快, 肛门经消化道与口相通特别清晰。鳃盖开始有色素出现, 但无色。下颌须的外侧须明显的增长(图 II, 3)。

出膜 32 小时的仔鱼, 体全长 12.5—13.1mm, 背鳍的骨质化鳍条开始分化, 臀鳍的骨质化鳍条明显增多, 腹鳍原基形成, 前后鼻孔开始出现, 但不太明显, 鼻须的原基, 如针尖状突起, 头部出现斑点状色素分布呈三角形, 但颜色较淡[图 II, 4(a、b)]。

出膜后 48 小时仔鱼, 体全长 13.5—13.8mm, 头部的色素增多, 颜色渐渐加深, 开始

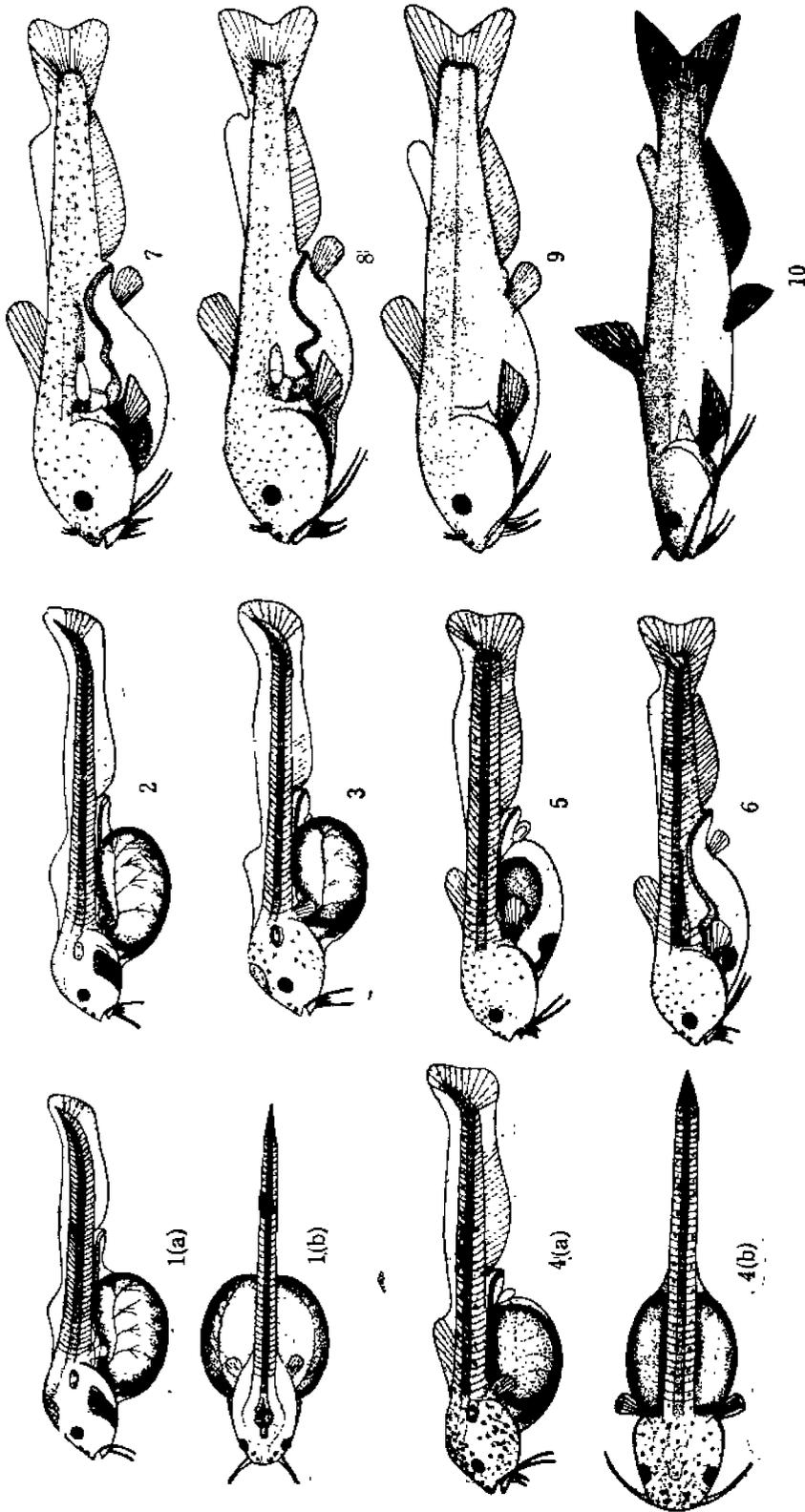


图 II 斑点叉尾鲴的幼苗发育

Fig. II Larval development of *Ictalurus punctatus*

1(a) 出膜期[(侧视图), (7.89—8.18mm)]; 1(b) 出膜期[(腹视图), (7.89—8.18mm)]; 2, 出膜后 12 小时 (11.0—11.5mm); 3, 出膜后 24 小时 (12.0—12.3mm); 4(a) 出膜后 32 小时[(侧视图), (12.5—13.10mm)]; 4(b) 出膜后 32 小时[(腹视图), (12.5—13.10mm)]; 5, 出膜后 48 小时 (13.5—13.8mm); 6, 出膜后第 3 天 (14.1—14.3mm); 7, 出膜后第 4 天 (14.8—14.95mm); 8, 出膜后第 5 天 (15.80—15.88mm); 9, 出膜后 6—8 天半 (16.50—16.91mm); 10, 出膜后 9—10 天 (17.38—18.42mm)。

延伸至背部。胸鳍的骨质化鳍条完全,但未形成硬刺齿状,尾鳍出现分叉,骨质化鳍条上8下12,脂鳍褶和尾鳍上侧相连,开始明显突起,卵黄囊被吸收变为原状的2/5。下颌的内侧须形成,可见有3-4条鳃条骨出现(图 II,5)。

出膜后第三天,体全长14.1—14.3mm,腹鳍开始形成骨质化鳍条,脂鳍已形成,鳔分前后两室,透明可见。头部至躯干部,有淡灰色素,鱼体的黄色变淡(图 II,6)。

出膜后第四天,体全长14.8—14.95mm,背鳍的硬刺形成,但未出现锯齿状结构,尾鳍的鳍条出现(如竹节状)分节为四节,消化道产生一个弯曲,已有粪便排出肛门,粪便为灰色。卵黄囊大部份被吸收,仔鱼开始由内生性营养转为外生性营养,开始向外摄取少量饵料,属于混合营养期。仔鱼体色渐渐变为灰色(图 II,7)。

出膜后第五天半,体全长15.8—15.83,仔鱼进入游泳期,有集群的活动。卵黄囊绝大部分被吸,排出的粪便呈灰黑色。前后鼻孔较明显,但鼻须未完全形成,肌肉的斜纹变为“S”形,尾鳍分叉明显,但叉度较浅(图 II,8)。

(2) 仔鱼期

仔鱼开始摄食,但体形与成鱼有一定的差异,器官分化不完善。

出膜后6—7天,仔鱼体全长16.5—16.8mm,脂鳍和鼻须已形成,体呈淡灰色,消化道形成弯曲,各鳍条的数目与成鱼基本相似(图 I,9)。

出膜后8天半,仔鱼全长16.6—16.91mm,尾鳍的分叉加深,背鳍和胸鳍的硬刺后缘有9—11枚,类似锯齿状的结构,腹部为乳白色,消化道产生2个弯曲,消化系统完善,能大量摄食而使腹部有较明显的膨大。

(3) 稚鱼期

器官分化完毕,外形向成体形过渡。出膜后9—10天,各鳍分化完善,同时明显地看到侧线出现,体形基本上与成鱼相似,但体两侧没有斑点,体呈浅灰色,尾鳍分叉加深,各种须均已形成,体全长17.38—18.42mm。摄食能力较强,可摄食人工和天然饵料。至此即完成了本阶段发育(图 II,10)。

小结与讨论

1. 斑点叉尾鮰成熟卵呈桔黄色,近似圆形,卵径3.457mm,卵略呈椭圆形,长径平均值为3.457mm,短径为3.122mm。卵经吸水10—13分钟达到最大膨胀度,形成宽为1.09—1.164mm的围卵周隙。

2. 受精卵属于盘状卵裂,受精卵发育比鲤科鱼类要慢得多,在水温25.5—29℃时,从受精卵至胚胎发育孵化出膜需要146小时56分钟,从孵化出膜的仔鱼到稚鱼期结束器官分化完毕约需要10天左右。

3. 孵化过程中,从受精卵开始至眼的黑色素出现之前,每天需要用药物消毒一次,否则受精卵容易产生水霉病而引起死亡。

4. 孵化出膜的鱼苗集群在遮光和弱光下,强光对胚胎发育有影响。紫外线能大量杀

死鱼卵。孵化用水尽量少带泥沙和有机物等物质。保持溶氧在 6mg/L 以上。

5. 胚胎发育在鱼苗开食时,投喂人工和天然饵料。一般出膜后第四天开始投喂,这样有利于提高鱼苗的成活率。

参 考 文 献

- [1] 潘炯华等,1988. 鱼类学论文集,3:2. 中国鱼类学会编,科学出版社(京)。
- [2] Brown, L., 1942. Propagation of the spotted channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *Trans. Kans. Acad. Sci.*, 45: 312—315.
- [3] Clemens, H. P. and K. E. Sneed, 1957. The spawning behavior of the channel catfish *Ictalurus punctatus*. U. S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish, 219: 11—12.
- [4] Curtis, B., 1949. The warmwater game fishes of California. *California fish and Game* 35(4): 254—273.
- [5] Davis, J., 1959. *Management of channel catfish in Kansas*. Univ. Kansas. Mus. Nat. Hist. Misc. Publ., No 21: 56—57.
- [6] Johnson, C. S. Wang, 1986. Fishes of the sacramento-san joaquin estuary and adjacent waters California: a guide to the early life histories, 12.3—12.12. A cooperative study by the California department of water resources California department of fish and game U. S. bureau of reclamation U. S. fish and wildlife service.
- [7] Moyle, P. B., 1976. *Inland fishes of California*, 405. University of California press, Berkeley.
- [8] Scott, W. B. and E. J. Crossman, 1973. Freshwater fishes of Canada. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 184: 956—967.
- [9] Saksena, Vishnu, P. et al., 1961. Early development of the channel catfish. *prog. Fish-Cult.*, 23(4): 156—161.

OBSERVATIONS ON THE EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT OF CHANNEL CATFISH

Cai Yanzhi, Tao Jianjun, Ge Lei and He Shiqiang

(Fishery Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430071)

ABSTRACT The present paper deals with the embryonic and larval development of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). The fertilized eggs of the catfish are transparent, orange in colour and adhesive. The average diameter of eggs is 3.457mm. The fertilized eggs hatched out in 146 hours and 56 minutes (about 6 days) at the water temperature of 25.5—29°C.

Newly hatched larva attains a length of 7.89—8.13mm are golden-yellowish with the yolk sac pinkish light amber in colour. The larva begins to feed at 4 days and its morphogenesis completes at 10 days after hatching. Lens, ocular pigmentation, smell vesicles, heart beating, inner ears, tail, anlage of pectoral fins, blood circulation and erythrocyte, gill arches, gill filament and the anlage of gill covers, digestive tract, anus and livers all complete before hatching.

KEYWORDS *Ictalurus punctatus*, embryonic development, larval development