

高体鲮鱼的生物学资料及个体发育观察

谢增兰 郭延蜀* 胡锦涛 张孝春 张勤

(西华师范大学生命科学院 南充 637002)

摘要: 2003年2月~2004年4月对高体鲮鱼(*Rhodeus ocellatus*)的生物学特性及个体发育进行了初步研究。高体鲮鱼栖息于水流较缓的水体中,其生活温度为4~40.2℃;1龄即性成熟,繁殖期在每年的2~10月,卵巢的成熟系数为 $10.54\% \pm 4.05\%$ ($n=68$),输卵管长 (28.32 ± 10.97) mm ($n=68$),精巢的成熟系数为 $6.19\% \pm 3.46\%$ ($n=45$),输精管长 (2.73 ± 1.46) mm ($n=45$),产卵期水温12.6~22.3℃;亲鱼分批产卵,每批成熟卵子的绝对量为20~69粒,平均47粒。高体鲮鱼个体发育分为胚胎期、仔鱼期、稚鱼期、幼鱼期及成鱼期6个时期,分别记述了各阶段外部形态的变化和内部器官的发育以及不同时期出现的集群、摄食等生物学特性。

关键词: 高体鲮鱼;生物学特性;个体发育

中图分类号: Q958, Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2005)01-21-06

Preliminary Observation on the Biology of *Rhodeus ocellatus*

XIE Zeng-Lan GUO Yan-Shu HU Jin-Chu ZHANG Xiao-Chun ZHANG Qin

(School of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong 637002, China)

Abstract: Based on samples collected in 2003.2 - 2004.4, this paper analyzed the basic biological characters of *Rhodeus ocellatus*. *R. ocellatus* inhabits in the slow currents, with living temperature from 4°C to 40.2°C. They breed yearly. The breeding season lasts from February to October. The GJS (Gonado-somatic index) of the ovary is $10.54\% \pm 4.05\%$ ($n=68$). The length of the oviduct is 28.32 ± 10.97 mm ($n=68$). GIS of the spermary is $6.19\% \pm 3.46\%$ ($n=45$). The length of the spermaductus is 2.73 ± 1.46 mm ($n=45$). At water temperature of 12.6 - 22.3°C, the females produce clutches of eggs. Based on ovum development, *R. ocellatus* is a fractional spawner. The number of the ripe eggs of each fraction varies from 20 to 69 with a mean of 47 eggs. The developmental stage of *R. ocellatus* can be divided into embryonic, larval, juvenile, young and adult according to the external morphology, internal morphology and biological characters.

Key words: *Rhodeus ocellatus*; Biological characters; Ontogeny

高体鲮鱼(*Rhodeus ocellatus*)是鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)鲮亚科(Acheilognathinae)鲮属(*Rhodeus*)^[1-3]中一种广泛分布于澜沧江、珠江、海南岛、韩江、长江、黄河、黑龙江等的小型鱼类。刘焕章等对高体鲮鱼的咽齿发育进行了研究^[4],杨秀平等对高体鲮鱼的形态变异及地理分化进行了研究^[5],但迄今尚未见有关其生物学及个体发育的详细报道。高体鲮鱼体态优美、色彩艳丽且易饲养,

是一种很有市场潜力的观赏鱼及实验材料,为此于2003年2月~2004年4月,作者对高体鲮鱼的生物学特性及个体发育进行了初步研究,现将研究结果报道如下。

基金项目 四川省重点学科重点资助(No. SZD0420);

* 通讯作者, E-mail: ys.guo@tom.com;

第一作者介绍 谢增兰,女,硕士研究生;研究方向:脊椎动物资源保护与利用。

收稿日期:2004-05-19,修回日期:2004-11-01

1 材料与方 法

研究材料主要来自四川省南充市郊(E105° 27' ~ 106° 28' , N30° 35' ~ 31° 51')西河采集的鱼苗、成鱼以及河蚌。采集鱼苗时用口径 20 cm 的水网在河岸进行捕捞,用塑料桶或铁桶等敞口容器带回实验室,一部分标本用 10% 甲醛溶液固定,用解剖镜镜检消化道内食物,鉴定食物类别;一部分标本分别饲养在 1 m × 0.5 m × 1 m 玻璃鱼缸及置于实验室楼顶的 5 个上直径 50 cm、下直径 20 cm、高 50 cm 圆台形瓦缸中,各容器中均有金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)及水绵(*Spirogyra* spp.)等,在瓦缸中还添加了卵石、背角无齿蚌(*Anodonta woodiana*)及杜氏珠蚌(*Unio douglasiae*)。每星期换水 1 次,每次换水量为 75%。定时投放饵料,每天清晨给仔鱼投喂熟鸡蛋黄或生豆浆饼 1 次,进入幼鱼期后添加金鱼饲料。每 7 d 用 JPB-607 便携式溶氧仪、精密 pH 试纸测、塞氏盘对高体鳊鲂自然生活水域及实验室饲养水体的温度、透明度、酸碱度及含氧量进行测定,同时对野外高体鳊鲂的生物学特性进行观察。采集产卵期标本用 1 cm 和 2 cm 两种规格的刺网捕获,其中共测量样本 113 尾(雌鱼 68 尾,雄鱼 45 尾),每个样本均测体长、称体重,解剖观察胃肠充塞度,称量性腺重、空壳重。采集实验室内与高体鳊鲂混养的河蚌及西河中的河蚌进行解剖,获得正在蚌内发育的鱼苗,置于解剖镜、显微镜下观察,用目镜测微尺测量。

2 结 果

2.1 生活、生态习性 根据野外观察,高体鳊鲂栖息在水流较缓的溪河、水沟、池塘或稻田等水体中。仔鱼期聚集成团,多停留在靠近河岸的水草边缘或无水草的近河岸上层水域,营浮游生活;仔鱼期末,则在水草边游弋,有斜向游动、平游和旋转游动 3 种方式,有时也侧身跃游,并有一定的避敌能力和行为。幼鱼、成鱼生活在中、下层水域。高体鳊鲂喜集群生活,但在

产卵期营分散生活,并有将卵产于蚌内的习性。根据观测知:其生活的自然水域温度范围是 4.0 ~ 29.3 °C,透明度 10 ~ 15 cm,含氧量范围 2.8 ~ 10.8 mg/L, pH 值一般在 6.5 ~ 7.5,实验室饲养水体的温度 4.0 ~ 40.2 °C,透明度 10 ~ 15 cm,含氧量范围 0.7 ~ 9.8 mg/L, pH 值一般在 6.5 ~ 7.5。综上所述,高体鳊鲂生活的温度范围是 4 ~ 40.2 °C,透明度 10 ~ 15 cm,含氧量范围 0.7 ~ 10.8 mg/L, pH 值一般在 6.5 ~ 7.5。根据不同水温下鱼的行为观察可知:其适宜的生活温度范围 8.5 ~ 24.6 °C,含氧量范围 4.0 ~ 8.3 mg/L。

2.2 摄食习性 高体鳊鲂为杂食性小鱼。根据 96 尾野外固定标本前肠内含物在解剖显微镜下的解剖分析及室内饲养得知:高体鳊鲂在野外采食水蚤(*Cladocera* spp.)等枝角类,轮虫(*Rotifera* spp.),摇蚊幼虫(*Chironomus* spp.)等水生昆虫幼虫,硅藻(*Navicula* spp.),团藻(*Gonium* spp.),水绵(*Spirogyra* spp.)等水生植物(表 1),而且水绵是其最主要的食物;室内饲养时仔稚鱼用熟鸡蛋黄或生豆浆饼作为饲料,进入幼鱼期后用金鱼饲料喂养。繁殖期野外采集标本食物充塞度 I ~ IV 级(食物充塞度按 Певедев 0 ~ 5 级),其中 I 级占 40.85 %, II 级占 33.80 %, III 级占 16.90 %, IV 级占 8.45 %,无一尾空肠,说明它们在繁殖季节没有停食的习性。

2.3 繁殖

2.3.1 繁殖季节与繁殖习性 根据野外对高体鳊鲂繁殖期成鱼的捕获、仔鱼出蚌时间的观察及对采集的河蚌解剖发现,其繁殖期在每年的 2 ~ 10 月,河水温度 12.6 ~ 22.3 °C。此时,雌鱼腹部明显膨大,卵巢的成熟系数(即性腺重占体空壳重的百分比)为 $10.54\% \pm 4.05\%$ ($n = 68$)。输卵管长 $(28.32 \pm 10.97) \text{ mm}$ ($n = 68$)。雄鱼腹部略为膨大,体色艳丽,精巢的成熟系数为 $6.19\% \pm 3.46\%$ ($n = 45$)。输精管长 $(2.73 \pm 1.46) \text{ mm}$ ($n = 45$)。通常在天气状况良好、水温上升时到河岸有蚌的地方产卵。

表 1 高体鳊鲂的主要食物组成及季节变化

Table 1 Food composition and seasonal change of *R. ocellatus*

食物种类 Food items	出现次数 Occurrence	百分率 Percentage of occurrence				平均 Average
		冬季 Winter (11~1月)	春季 Spring (2~4月)	夏季 Summer (5~7月)	秋季 Autumn (8~10月)	
水蚤 <i>Cladocera</i> spp.	52	12.1	19.0	14.5	17.0	16.1
轮虫 <i>Rotifera</i> spp.	55		25.3	25.3	16.0	17.1
摇蚊幼虫 <i>Chironomus</i> spp.	11		5.0	5.0	4.0	3.4
硅藻 <i>Navicula</i> spp.	69	15.2	20.3	20.3	24.0	21.4
团藻 <i>Gonium</i> spp.	48		10.1	10.1	16.0	14.9
水绵 <i>Spirogyra</i> spp.	87	72.7	20.3	20.3	23.0	27.0

2.3.2 怀卵量 根据 Мейен 分期标准记录性腺发育,对性腺发育处于 V 期的雌鱼(轻压鱼腹,可见有卵粒进入产卵管)置于解剖镜下解剖观察:卵巢中成熟卵子(2.8~3.7)mm×(1.4~1.8)mm 存在的同时,亦存在形态、大小、卵黄沉积多少等不同的卵母细胞。为分析方便,将卵粒黄色、圆形,直径 0.75~1.25 mm 之间的为卵母细胞群 A;卵粒白色或浅黄,圆形,直径 0.47~0.75 mm 之间的为卵母细胞群 B。对雌鱼的卵径分布进行分析发现,7 尾体长 42.6~48.65 mm,体重 1.95~3.38 g,处于相同繁殖状态的平行样本所反应的卵巢发育状况一致。因此,将平行样本的数据叠加,以百分频率为纵轴,得到高体鳊鲂成熟卵巢的卵径分布图(图 1)。从图可以看出卵巢中明显存在 3 个不同的

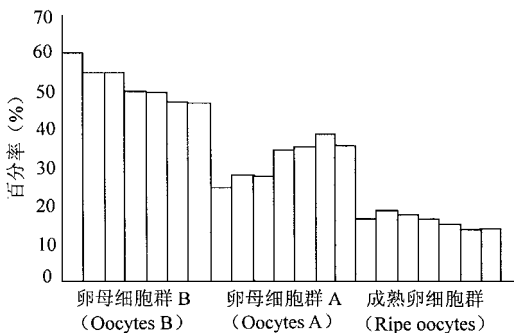


图 1 高体鳊鲂 V 期卵巢卵径分布图

Fig.1 Ovum diameter histograms for *Rhodeus ocellatus* females killed in stage V in inter-spawning interval

卵母细胞群,即卵母细胞群 A、卵母细胞群 B 和成熟细胞群,说明高体鳊鲂的卵母细胞发育是不同步的,卵的成熟是分批的。这与伍献文、陈

宜瑜等的研究报道一致^[1,3]。每批成熟卵子的绝对量为 20~69 粒,平均 47 粒。

2.4 个体发育 参照李明德^[6]、殷名称^[7]及前人在家鱼类的工作^[8],结合其自身发育特点,将其生活史粗略地分为胚胎期、仔鱼期、稚鱼期、幼鱼期及成鱼期 5 个阶段。

2.4.1 蚌中发育期 高体鳊鲂雌鱼依其较长的产卵管将成熟卵子注射到同域生活的河蚌的瓣鳃中,并在其鳃水管内发育。成熟卵子长圆形,一端大而略有尖突,一端稍小而钝。卵径(2.8~3.7)mm×(1.4~1.8)mm,深黄色,在显微镜下可见卵系膜(图 2:A)。这与 J. R. 诺门等人的报道一致^[1-3,6,7,9-11]。

(1) 胚胎期:卵子在蚌内受精后,胚盘形成,伏于卵球的动物极上方,卵黄开始缩小,受精卵膜外长满细长的丝状物,丝状物约 1.04 mm 长,未见受精卵有明显的吸水膨胀现象(图 2:B)。

卵径 3.1~4.0 mm 时,出现肌节雏形,尾芽形成。卵黄囊两侧形成两个角状突起,腹面亦有两个小的丘状突;卵黄囊的尖突越明显。胚胎前端两侧出现视泡,脑开始形成(图 2:C)。

(2) 仔鱼期:仔鱼体全长 4.1~4.5 mm 时,肌节形成。眼囊圆形,眼晶体无色;围心腔宽大,透过围心腔可见含血液的管状心脏,心跳频率 42~47 次/min。胚体眼后部,即胚体前大约 1/4 处,出现一对卵圆形耳囊(图 2:D)。

仔鱼体全长 5.8~6.1 mm,肛后长 2.5~2.7 mm。肌节数 23~30 对,卵黄囊变细长,淡黄色;体透明,尾末端上翘,嗅囊明显,耳囊内半规

管明显,能见到 2 粒晶莹的黑色耳石,出现口板锥形;心跳频率 56~62 次/min,肌节间有血液流动;胚体后部侧扁,鳍褶宽而薄,连为一体,出现尾鳍鳍褶,有肛凹锥形,并可见消化管。仔鱼能靠肌肉的收缩运动(图 2 E)。

仔鱼体全长 6.2~6.5 mm,肛后长 2.6~2.7 mm。卵黄囊进一步缩小,卵黄囊前端出现大的血管,血液鲜红,两侧的角状突其中一个缩小;眼囊开始有色素沉积,眼灰白色;胚体围心腔外,眼右下方的鳃板上出现 3 条鳃沟,这是鳃弓锥形的开始;尾部血液循环清楚可见。仔鱼只能侧卧水底,受外界刺激时做原地转圈运动(图 2 F)。

仔鱼体全长 6.8~7.2 mm,肛后长 2.8~2.9 mm。眼灰黑色,鳃沟 4 条;卵黄囊与胚体相接处出现卵圆斑状的胸鳍原基;背部鳍褶开始缢缩,背鳍鳍褶、臀鳍鳍褶开始出现,间叶细胞堆积成一长列。仔鱼在水底游动,但静止时不能保持平衡,倒向一侧(图 2 G)。

仔鱼体全长 7.3~7.9 mm,肛后长 3.0~3.1 mm。卵黄囊上的另一个角状突开始逐渐缩小;外鼻孔清晰可见;眼黑色;下颌形成,随心脏的跳动而运动;鳃盖形成,能见到鳃丝雏形;心房移至心室背方,心室前方为动脉球,心房后接薄状静脉窦,心跳频率 90~109 次/min;背鳍、臀鳍出现雏形,胸鳍原基呈扇形;仔鱼尾部出现 5~6 根骨质鳍条及分枝鳍条,能看到星芒状黑色素沉积。除透明鳍外可见星芒状及点状色素(图 2 H)。

仔鱼体全长 7.7~8.9 mm,肛后长 3.2~4.3 mm。眼球黑色,眼虹膜灰色且有金属光泽;原口与消化道相通,呼吸运动开始,鳃丝内有血液流入,鳃循环开始,鳃两室,后室较前室大,背腹线形成,腹部的肋骨形成并清晰可见,背部鳍褶进一步缢缩,胸鳍、背鳍及臀鳍雏形形成,但其上无色素颗粒沉积;肛门形成,扩约肌有节律的收缩;尾部出现 7~8 根骨质鳍条,分枝鳍条 18~19 根;仔鱼头顶分布有略大的点状色素斑,体后有两条规则的条带状色素条(图 2 I)。

仔鱼体全长 8.3~9.0 mm,肛后长 4.1~4.6

mm。卵黄囊两侧的角状突及腹侧的丘状突完全消失;肛门突及泄殖乳突形成,肛门位于泄殖孔的前方;在仔鱼的卵黄囊前端至肛门前出现透明膜状腹鳍褶;尾鳍中央凹陷,开始形成上叶和下叶;尾部出现 8 根骨质鳍条,分枝鳍条 19~20 根。此时仔鱼从蚌的鳃水管到鳃腔内继续发育,这和朱洗的报道一致^[9]。此时,仔鱼从水底用力向上游动,接着沉下去,这表明仔鱼的鳔开始充气(图 2 J)。

2.4.2 出蚌后发育期 高体鳃鲃刚从蚌中孵出时处在仔鱼期,1~3 日龄仔鱼体全长 8.4~9.5 mm,肛后长 4.2~4.6 mm。鱼体仍透明,心脏搏动增强,心跳频率 134~150 次/min,腹膜内有色素沉积,卵黄囊仍存在,但已很小,肛门与泄殖孔相通,各奇鳍褶仍相连续,黑色素在背鳍前部集成一明显的黑斑,臀鳍、尾鳍上布满小黑色素颗粒,胸鳍透明无色,腹鳍褶变宽大;仔鱼体后部有 3 条规则的色素条状带分布。仔鱼不再栖息于水底,能在水中自由游泳。2~3 日龄时虽仍以卵黄物质为营养,但已开始摄食投喂的熟鸡蛋黄进行混合营养,有排便现象(图 2 K)。

5~7 日龄,鱼体全长 8.4~9.5 mm。透明膜状腹鳍褶两侧,即肛门前、卵黄囊后的凹陷处出现腹鳍原基;胸鳍上有星芒状黑色素。

12~15 日龄,鱼体全长 9.8~10.9 mm。腹鳍原基扇形膜状,向体外伸出。背鳍独立,鳍条 11~13 枚;接着臀鳍也完全鳍褶中分化出来,鳍条 12~13 枚。胸鳍形成。腹膜银白色。

25~30 日龄,鱼体全长 10.2~13.9 mm。腹鳍形成,胸鳍、腹鳍上亦有黑色素沉积,同时鳃盖后方有金属光泽;泄殖腔(一般通称肛门)向外突出约 0.3 mm(图 2 L)。

45~50 日龄出现鳞片,标志着鱼苗进入稚鱼期,此时个体全长 17.9~19.2 mm,鳞被由体前部,紧贴侧线下,在背腹线两侧从前向后覆盖,最后形成的是背部及尾柄处的鳞片。全长达 25~32.1 mm 时鳞被全部形成,外形基本与成鱼一致,这表明鱼苗进入幼鱼期,此时已出蚌 75~85 日龄,尾柄中部出现墨绿色有金属光泽的条纹,腔突长约 1.8 mm(图 2 M)。

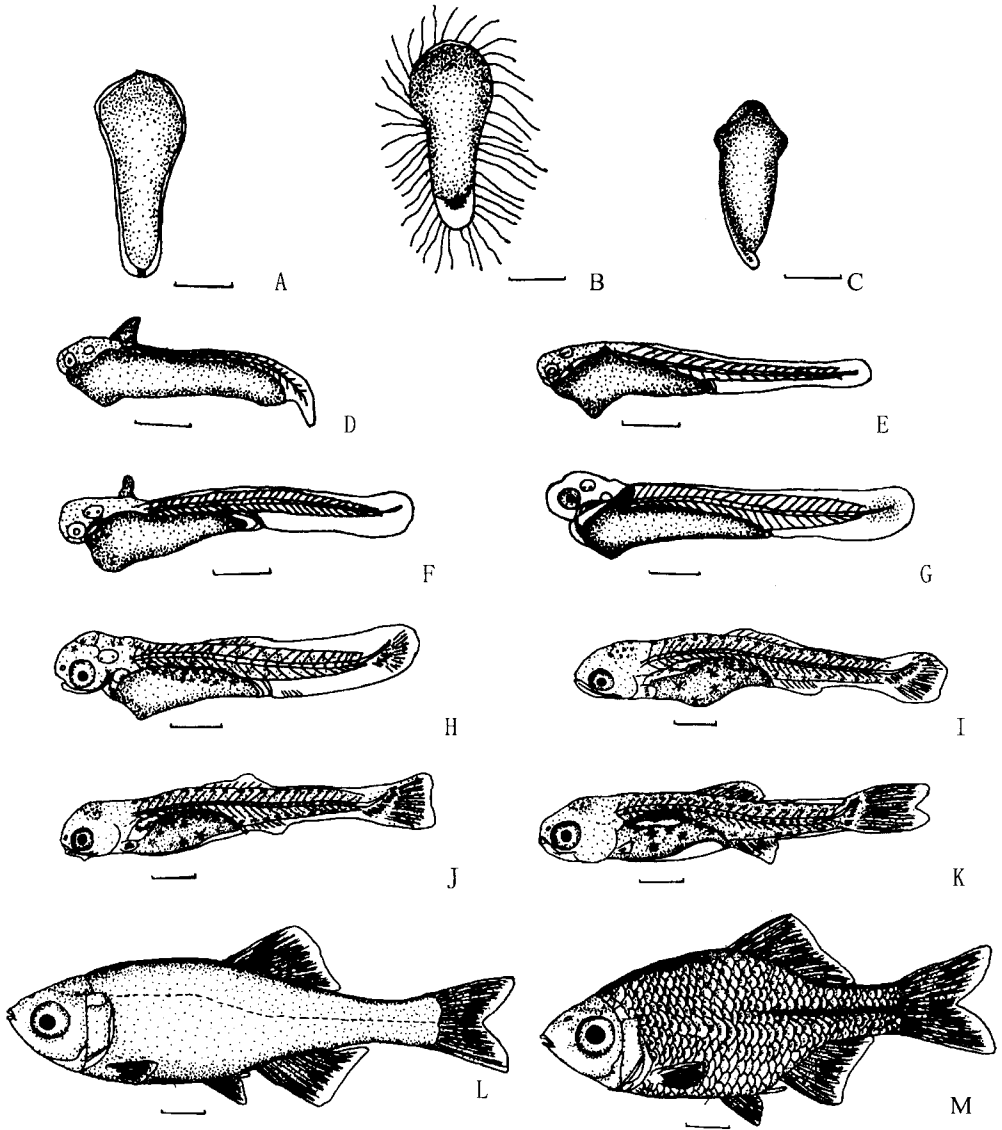


图 2 高体鲫早期生活史

Fig.2 Life history of *Rhodeus ocellatus*

A ~ L 标尺(Bar)1 mm, M 标尺(Bar)3 mm

高体鲫出蚌 135 ~ 140 日龄,眼球上方开始出现橘红色,尾柄中部黑绿色条纹明显,背鳍上有两列白色斑点,腹鳍前缘白色,鳞片上有密的小黑点。雄鱼全长 38.7 ~ 40.7 mm,背部黄褐色,鳃盖后、尾柄中线以上蓝绿色,腹部浅红带紫,均有金属光泽,吻端左右两侧及眼眶上缘各有一丛白色珠星,背鳍黑色,在其外缘 1/4 处镶有红边;臀鳍浅红色,外缘镶有一条较狭的黑

边;尾鳍橘黄,中部有红色纵纹,腔突尖端红色。雌鱼全长 34.5 ~ 36.8 mm,背部黄褐色,其余的白色,有金属光泽;背鳍橘黄色,在其外缘 1/4 处镶有红边;胸鳍、腹鳍也是橘黄色,臀鳍浅红色镶有一条极狭的黑边;尾鳍橘黄,中部有不明显的橘红色圆点;产卵管上半部红色,下半部灰黑色。内部解剖观察:此时雄鱼精巢小,淡黄白色,呈圆柱状,挤压腹部或剪开精巢都无精液流

出,为Ⅲ期精巢。雌鱼卵巢黄白色,肉眼可见两种卵粒,一种卵细胞数量少,浅黄色,开始沉积少量卵黄;一种卵细胞数量较前一种小,但数量多,白色。两种卵粒均不易分离,为Ⅲ期卵巢。

3 讨 论

《中国鲤科鱼类志(上卷)》^[3]—书中记录的是高体鳊鱼在4月底5月初开始产卵。2003年3月初笔者在西河中就已捕获到高体鳊鱼仔鱼,2004年2月下旬已在河蚌中发现处在不同发育阶段的胚胎及仔鱼。由于较2003年同期温度低,天然水域中3月下旬才发现高体鳊鱼仔鱼。秋季产卵孵化的鱼苗早期生活史较春夏季的长,来年4月才进入幼鱼期,而且幼鱼期与成鱼期分界不明显,性成熟较早。温度可能是其发育的主导因子。

李明德曾指出,鳊鱼亚科输卵管的发育,只是在有软体动物 *Unio*(杜氏蚌)或 *Anodonta*(无齿蚌)存在时才有可能^[6]。我们于2003年3月捕获的高体鳊鱼幼鱼饲养在室内无软体动物杜氏蚌或无齿蚌的玻璃鱼缸中,当年5月所有雌鱼都出现了产卵管,这说明高体鳊鱼输卵管的发育是一种生理节律现象,杜氏蚌或无齿蚌不是鳊鱼输卵管发育的主导因子。在南充西河,采集到背角无齿蚌、杜氏珠蚌及河蚬(*Corbicula fluminea*) 3种瓣鳃纲(Lamellibranchia)的软体动物,经解剖发现,河蚬内无一粒高体鳊鱼的卵,也未见到发育的胚胎或仔鱼,说明在这3种软体动物中,背角无齿蚌、杜氏珠蚌才是高体鳊鱼的产卵场所。

伍献文等报道中华鳊鱼的仔鱼借卵黄囊上的角状突起栖居于鳃瓣间^[3]。我们发现高体鳊鱼卵黄囊上亦有角状突起及丘突,同时受精卵

卵膜上有丝状物,这些特殊的结构在高体鳊鱼蚌内发育过程中可能起到一个固定作用,确保它不随着蚌类瓣鳃水管中水流的移动而从出水孔流出,直到发育成能够独立生活的个体。

有学者等认为,鳊鱼产卵于蚌体内的习性,保证胚胎在发育过程中能有充足的氧气,避免水体干涸和敌害的袭击,从而保证有较高的幼鱼成活率^[3]。在实验中发现,倘若蚌缺水或生活在较浑浊的水体中,将导致胚胎及未出蚌仔鱼的死亡。高体鳊鱼在河蚌外套膜中发育到前期仔鱼(全长5.8~6.1 mm)时,即可在培养皿中发育,但明显地较在蚌内发育的仔鱼生长缓慢、个头小。

参 考 文 献

- [1] 陈宜瑜编著. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(中卷). 北京: 科学出版社, 1998, 413~454.
- [2] 丁瑞华主编. 四川鱼类志. 成都: 四川科学技术出版社, 1994, 171~190.
- [3] 伍献文等著. 中国鲤科鱼类志(上卷). 上海: 上海科学技术出版社, 1982, 199~220.
- [4] 刘焕章, 单乡红, 陈健波. 高体鳊鱼咽齿个体发育过程及系统学意义. 水生生物学报, 2001, 25(1): 88~91.
- [5] 杨秀平, 刘焕章, 唐治军. 高体鳊鱼的形态变异及地理分化研究. 湖北大学学报(自然科学版), 2003, 24(2): 173~176.
- [6] 李明德编著. 鱼类生态学. 天津: 天津科技翻译版社公司, 1990, 225~227, 269.
- [7] 殷名称编著. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 1995, 11~14.
- [8] 中国淡水养鱼经验总结委员会主编. 中国淡水养鱼类养殖学(第二版). 北京: 科学出版社, 1973, 96~108.
- [9] 朱洗著. 鱼类的生殖及子代的发育、生长与变态. 北京: 科学出版社, 2000, 127~132.
- [10] J R 诺门著(邹源琳译). 鱼类史. 北京: 科学出版社, 1966, 272~273.
- [11] Balon E K. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *J Fish Res Bd Can*, 1975, 32: 821~864.