

## 圆斑星鲽胚胎及仔鱼发育的观察

王开顺<sup>1</sup>, 张志峰<sup>1</sup>, 康庆浩<sup>2</sup>, 张全启<sup>1</sup>, 张福玲<sup>3</sup>

(1. 中国海洋大学 海洋生命学院, 山东 青岛 266003;

2. 丽水国立大学校 水产生命科学部, 韩国 丽水 550749;

3. 山东华新海大海洋生物股份有限公司, 山东 威海 264200)

**摘要:**对圆斑星鲽 (*Verasper variegatus* Temminck et Schlegel) 胚胎及胚后发育进行观察, 描述了各发育时期的形态特征和发育速度。在水温为  $(11 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  时, 受精卵历时 153 h 脱膜孵出, 孵化后仔鱼在水温为  $(15 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  时经过 6 d 开口摄食, 50 d 完成变态而成幼鱼。圆斑星鲽的卵子为半浮性卵, 其卵黄量很多。卵裂后期, 卵裂球的大小和卵裂速度均出现差异。眼泡在体节形成之前出现。刚孵化仔鱼消化道细而直, 孵化 5 d 肛门打通, 6 d 开口。随着卵黄囊的消失, 消化道开始弯曲。色素细胞首先出现在 86 h 的胚体中, 至 140 h 在卵黄囊上零星分布, 且随着胚体发育, 色素细胞增多, 至变态完成后全身密布黑色色素。胚体色素细胞的形状由孵化前的雪花状逐渐变为圆形, 但卵黄囊上的色素细胞始终为雪花状。

**关键词:**圆斑星鲽; 胚胎发育; 仔鱼; 外部形态

**中图分类号:** Q959.486

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-8737-(2003)06-0451-06

圆斑星鲽 (*Verasper variegatus* Temminck et Schlegel) 属鲽形目 (Pleuronectiformes)、鲽科 (Pleuronectidae), 主要分布于我国的黄渤海、日本中部以南和韩国西南部的沿海海域, 其肉味鲜美、口感好、抗病力强, 是一种经济价值高、养殖效益好的大型鲽类动物。在我国北方虽然分布区域较广, 但由于自然资源匮乏, 捕获量始终没有形成规模。目前国内已有学者对其养殖技术和育苗技术进行研究, 并取得了初步的进展。

有关鱼类胚胎和幼鱼发育的研究由来已久<sup>[1-6]</sup>。在国外, 日本和韩国等国家有关鲽鱼类胚胎和幼鱼发育的研究已有报道<sup>[7-9]</sup>, 但在我国报道很少<sup>[10-12]</sup>。对于圆斑星鲽, 我国目前仅见陈四清等<sup>[11]</sup>对其生物学特性作了报道, 于大国<sup>[12]</sup>对其人工育苗作了初步的研究, 而有关其胚胎和仔鱼发育

的研究尚未见报道。本研究通过对圆斑星鲽的人工繁殖试验, 观察了其不同发育时期胚胎和仔鱼的形态特征及发育速度, 旨在深入开展星鲽的人工育苗和养殖工作提供基本的参考资料。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

于 2002 年 1~3 月在山东省华新海大海洋生物股份有限公司进行了圆斑星鲽的人工繁殖和种苗培育工作。采用腹部挤压法分别获得成熟的卵子和精液, 干法人工授精。受精卵培育条件为水温  $(11 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ , 流水孵化, 海水盐度保持在 29~30, pH 为 8.2 左右, 日换水量为 1/5~1/4, 不间断充气。刚孵化仔鱼的培育水温为  $(13 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ , 随着仔鱼发育, 逐日升高  $0.5^\circ\text{C}$  水温, 达到  $(15 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  停止升温。其他培养条件与受精卵相同。

#### 1.2 方法

培育期间定期取样, 在解剖镜下观察各时期的形态特征, 并进行拍照记录。同时用 Smith's 液固定各期标本, 于显微镜下测定其直径、体长和总高等生物学特征, 各期测定样品数 35, 计算各指标的方差。

收稿日期: 2003-05-06; 修订日期: 2003-09-01.

基金资助: 国家“八六三”项目资助(2001AA621020).

作者简介: 王开顺(1978-), 男, 硕士生, 从事海洋动物胚胎学.

E-mail: cistron\_wang@hotmail.com

通讯作者: 张全启(1962-), 男, 教授, 博导, 从事水产动物遗传育种. Tel: 0532-2031931, E-mail: qzhang@ouc.edu.cn

## 2 结果

### 2.1 胚胎发育

圆斑星鲈的成熟卵子为半浮性卵,圆球形,卵黄

透明、均匀,卵中无明显的油球(见图 I-1),卵径为  $(1.85 \pm 0.06)$  mm。受精卵在  $(11 \pm 0.5)$  °C 水温下历时 153 h 脱膜孵出仔鱼,其各发育阶段特征及速度见表 1。

表 1 圆斑星鲈的胚胎发育  
Table 1 Embryonic development of *Verasper variegatus*

| 发育时期<br>Development stage            | 发育时间/h<br>Development hours | 各时期简要发育特征<br>Brief characteristics at each embryonic development stage | 图例<br>Figure ordinal |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 卵裂前 One-cell stage                |                             |                                                                        |                      |
| 卵膜举起 Membrane lift                   | 1                           | 受精膜举起,卵周隙十分狭小,为 $(0.15 \pm 0.05)$ mm                                   | I - 2                |
| 胚盘突起 Blastodisc formation            | 3                           | 胚盘形成,胚盘占比例很小,直径 $(0.94 \pm 0.08)$ mm,高 $(0.26 \pm 0.04)$ mm            | I - 3                |
| 2. 卵裂期 Cleavage stage                |                             |                                                                        |                      |
| 2 细胞 2-cell                          | 4                           | 盘状卵裂                                                                   |                      |
| 4 细胞 4-cell                          | 5                           | 经裂,在胚盘顶部中央出现一纵沟,将胚盘分为 2 个均等的细胞                                         | I - 4                |
| 8 细胞 8-cell                          | 6                           | 经裂,卵裂沟与第 1 次卵裂垂直,进入 4 细胞期,等大                                           | I - 5                |
| 16 细胞 16-cell                        | 7                           | 经裂,卵裂沟与第 1 次的平行,形成 2 排,每排 4 个等大的细胞,进入 8 细胞期                            | I - 6                |
| 32 细胞 32-cell                        | 9                           | 经裂,卵裂沟与第 2 次的平行,此次卵裂开始卵裂球大小不一                                          | I - 7                |
| 64 细胞 64-cell                        | 10.5                        | 经裂,进入 32 细胞期                                                           |                      |
| 128 细胞 128-cell                      | 11                          | 纬裂,形成 2 层细胞,排列不均                                                       | I - 8                |
| 桑椹胚 Morula                           | 14                          | 卵裂球大小形状不规则,卵裂不同步                                                       | I - 9                |
|                                      |                             | 细胞不断分裂,在动物极处排成多层                                                       | I - 10               |
| 3. 囊胚期 Blastula stage                |                             |                                                                        |                      |
| 高囊胚 High blastula                    | 23                          | 盘状囊胚                                                                   |                      |
| 低囊胚 Low blastula                     | 27                          | 与桑椹胚相比,此期细胞数量明显增多、体积变小                                                 | I - 11               |
| 囊胚末期 Late blastula                   | 29.5                        | 细胞不断分裂,囊胚层开始变薄并向扁平发展,为原肠下包作用做好准备                                       | I - 12               |
|                                      |                             | 可见由于下包作用开始而形成的胚环                                                       | I - 13               |
| 4. 原肠期 Gastrula stage                |                             |                                                                        |                      |
| 原肠早期 Early gastrula                  | 35.5                        | 原肠作用以下包为主                                                              |                      |
| 原肠中期 Mid gastrula                    | 48                          | 胚环下包约 1/3                                                              | I - 14               |
| 原肠晚期 Late gastrula                   | 52                          | 胚环下包已完成 1/2                                                            | I - 15               |
|                                      |                             | 胚环下包约 4/5                                                              | I - 16               |
| 5. 神经胚 Neurula stage                 |                             |                                                                        |                      |
| 神经板 Neural plate                     | 54                          | 胚体有一部分明显加厚,形成神经板                                                       | I - 17               |
| 神经沟 Neural groove                    | 60                          | 神经板两侧加厚,隆起,神经褶形成                                                       | I - 18               |
| 神经管 Neural tube                      | 66                          | 神经褶从神经沟中部开始愈合,后逐渐向两端愈合                                                 | I - 19               |
| 6. 器官发生期<br>Organ formation stage    |                             |                                                                        |                      |
| 眼泡形成<br>Formation of optic vesicle   | 72                          | 胚体头部两侧向外隆起,形成眼泡                                                        | I - 20               |
| 体节形成 Formation of somite             | 78                          | 身体中部形成多个体节                                                             | I - 21               |
| 嗅板形成<br>Formation of olfactory plate | 86                          | 嗅板在眼泡前部形成,色素细胞开始出现,在胚体上可见零星散布的黑点,晶体还不明显,但视泡已经变成视杯                      | I - 22               |
| 晶体形成<br>Formation of eye lens        | 105                         | 晶体十分明显并已嵌入视杯当中,二者构成眼睛                                                  | I - 23               |
| 听囊出现<br>Formation of optic capsule   | 114                         | 胚体绕卵黄囊将近 3/5,在眼泡后方可见一对泡状结构,为听囊。胚体尾部开始扭转,此后随着发育,胚体逐渐形成“v”字形附于卵黄囊上       | I - 24               |
| 肌肉效应<br>Muscular contraction         | 120                         | 胚胎已绕卵黄囊约 4/5,尾部的扭转更加明显。胚体开始出现肌肉效应,呈现间断性的收缩,在解剖针刺激下收缩剧烈                 | I - 25               |
| 心跳出现 Heart pulsation                 | 123                         | 心跳开始出现,频率很慢                                                            | I - 26               |
| 耳石形成<br>Formation of otoliths        | 138                         | 一对听囊已经十分明显,里面各有 2 个耳石,呈黑点状                                             | I - 27               |
| 脱膜孵化<br>Hatching                     | 153                         | 胚体已经绕卵黄囊将近一周。肌肉收缩逐渐加剧,尤以尾部收缩最甚,由于胚体尾部收缩幅度增大,最终将卵膜顶起、甩出,胚体成功脱膜          | I - 28, 29, 30       |

水温 Water temperature  $(11 \pm 0.5)$  °C

## 2.2 幼体发育

初孵仔鱼的培养温度为 $(13 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ,以后逐日升高 $0.5^\circ\text{C}$ ,直至 $(15 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 。

**2.2.1 初孵仔鱼** 体长 $(4.17 \pm 0.11)$  mm,总高 $(1.16 \pm 0.07)$  mm。卵黄囊仍较大,扁椭圆形,长度占体长 $1/2$ 左右。消化肠管很直,紧贴卵黄囊上,前后均未开口。色素细胞呈雪花状,散布身体表面,在尾部中段有一色素密度较高区域。背腹鳍膜在尾部相连,背鳍膜起始于身体头后 $1/3$ 处,尾鳍膜自卵黄囊后即开始出现(见图版 I-30)。

**2.2.2 孵化后1天** 体长 $(4.66 \pm 0.08)$  mm,总高 $(1.51 \pm 0.07)$  mm。卵黄囊长度占体长约 $1/3$ 。消化道更加明显,但仍未打通。色素细胞更加密集,体色变深,尾部色素细胞开始向鳍膜扩散。

**2.2.3 孵化后3天** 体长 $(5.23 \pm 0.19)$  mm,总高 $(1.53 \pm 0.11)$  mm。卵黄囊长度只占体长的 $1/4$ 左右。消化道后端延伸并接近体表。在尾部扩散的色素细胞不再继续扩散,在鳍膜上形成两块扇形色斑。神经管前端脑的分化渐趋明显,可见中脑形成的脑突。背鳍膜起始端已延伸至头部,胸鳍原基形成(见图版 II-1)。

**2.2.4 孵化后5天** 体长 $(5.74 \pm 0.21)$  mm,总高 $(1.51 \pm 0.13)$  mm。卵黄囊已经很小,并开始局部塌陷,不再保持椭圆形。消化道仍然保持挺直,肛门打通,口凹也开始形成。尾部鳍膜上两块扇形色斑未见扩散。中脑隆起十分明显。胸鳍膜开始形成。耳囊变大,在耳囊下方鳃盖开始形成(见图版 II-2、3)。

**2.2.5 孵化后6天** 体长 $(6.20 \pm 0.23)$  mm,总高 $(1.46 \pm 0.17)$  mm。卵黄囊塌陷更明显。仔鱼开口,此时开始投喂轮虫等小型饵料。消化道仍紧贴卵黄囊。身体密布呈雪花状的色素细胞。胸鳍膜进一步变大,并开始有鳍条原基出现(见图版 II-4、5)。

**2.2.6 孵化后10天** 体长 $(6.34 \pm 0.27)$  mm,总高 $(1.46 \pm 0.15)$  mm。卵黄囊被消化成几块,消化道变长并开始盘绕。圆形色素斑点密布全身。胸鳍膜变得很大。鳃丝出现(见图版 II-6、7)。

**2.2.7 孵化后14天** 体长 $(6.56 \pm 0.25)$  mm,总高 $(1.52 \pm 0.12)$  mm。卵黄囊消化完毕,消化道在体内盘绕数圈。色素细胞开始由身体向外扩散,其中尾部扇形色斑处最先开始扩散(见图版 II-8)。

**2.2.8 孵化后19天** 体长 $(6.96 \pm 0.31)$  mm,总

高 $(1.73 \pm 0.15)$  mm。消化道在体内进一步盘绕、紧缩,为变态做好准备。色素细胞从身体向四周发散,此时可见背鳍膜基部鳍条原基开始出现,色素扩散沿鳍条原基进行(见图版 II-9、10)。

**2.2.9 孵化后26天** 体长 $(9.19 \pm 0.23)$  mm,总高 $(2.45 \pm 0.27)$  mm。尾锥上翘,尾鳍开始形成,但其上尚没有色素沉着。身体开始迅速增高并向扁平发展(见图版 II-11)。

**2.2.10 孵化后50天** 体长 $(21.88 \pm 0.57)$  mm,总高 $(11.27 \pm 0.38)$  mm。仔鱼变态完成,身体密布圆形黑色斑点,左侧眼睛已迁移到右侧(左眼的迁移开始于孵化后的第29天,第43天时完全迁移至右侧),体型与成鱼完全一致,进入幼鱼期(见图版 II-12)。

## 3 讨论

圆斑星鲽卵为半浮性卵,卵裂方式与其他鱼类相同为盘状卵裂,以下包的方式形成原肠胚。卵中没有肉眼可见的明显的油球,这与牙鲆、大菱鲆<sup>[10]</sup>等大多数海水鱼类是不同的,后者卵中往往都有1个大油球,为浮性卵。

圆斑星鲽胚胎发育过程多与硬骨鱼类相似,但眼泡形成的时间比体节早,这点与石鲽相同<sup>[10]</sup>,但与许多其他的硬骨鱼类不同,后者一般先形成体节,再产生眼泡<sup>[1-6]</sup>。从已报道的石鲽和本研究结果,初步推断鲽类胚胎早期器官的发生时序与其他硬骨鱼类有一定的区别。

圆斑星鲽仔鱼在脱膜孵出之前,胚体环卵接近1周。在出膜前的几分钟内肌肉收缩频率明显加快,收缩幅度也有所增加。脱膜孵化的速度非常快,基本上都在几秒钟内就可以完成,而且基本都是头部先出膜。初孵仔鱼体长为 $(4.17 \pm 0.08)$  mm,这与Kee Chae CHO等<sup>[8]</sup>报道的初孵体长为 $(4.41 \pm 0.21)$  mm相差甚微,根据本实验孵化后1d的仔鱼体长 $(4.66 \pm 0.04)$  mm,本研究认为初孵体长的差异可能是由于记录时间不同所致。朱杰等<sup>[10]</sup>报道,大菱鲆仔鱼在孵化后3d开口,开口时卵黄囊几乎被完全消化。本次观察星鲽仔鱼在孵出后6d开口,此时卵黄仍有相当一部分未被消化,随着发育卵黄被逐渐消化而成几块,最后在开口后6d左右卵黄囊被消化完毕。这种卵黄囊在开口后数天才被完全消化的特点与大菱鲆等鱼类有明显的差异,而那些卵中没有油球的鱼类相似,只是不同鱼类开口

后卵黄囊完全消化的时间不同<sup>[3-6]</sup>。李恒颂等<sup>[2]</sup>报道,银鲈在卵黄囊完全消化后2 d才开口,他认为油滴在从内源性营养向外源性营养过渡时有提供能量的作用,本研究的结论从侧面验证了他的观点。

仔鱼的色素细胞分布与大菱鲆仔鱼有很多相似之处<sup>[10]</sup>,都是鱼体密布色素细胞,然后向外扩散,而且在孵化后最初几天的鱼体尾部鳍膜上都形成一扇形色素带。朱杰等<sup>[10]</sup>报道,大菱鲆仔鱼在发育过程中体色会出现由红转黑再转棕色等几次转变,本实验中观察到星鲆仔鱼发育过程中也有体色转变的现象。但星鲆体色的转变不像大菱鲆色素性质发生改变,前者仅仅是色素数量上有一定的消长变化,致使其在同一发育阶段体色有的深、有的浅,其意义尚不清。

#### 参考文献:

- [1] 刘 筠. 中国养殖鱼类繁殖生物学[M]. 北京:农业出版社, 1993:81-89.
- [2] 李恒颂, 郭国民, 范 阳, 等. 银鲈胚胎和仔鱼的发育[J]. 中国水产科学, 2000, 7(2):5-9.
- [3] 易祖盛, 王 春, 陈湘舜. 尖鳍鲈的早期发育[J]. 中国水产科学, 2002, 9(2):120-124.
- [4] 谢恩义, 阳清发, 何学福. 瓣结鱼的胚胎及幼鱼发育[J]. 水产学报, 2002, 26(2):115-121.
- [5] 张开翔. 太湖产乔氏短吻银鱼的胚胎发育[J]. 水产学报, 1984, 8(2):161-170.
- [6] Wei G, Huang L, Chen Y, et al. Observation on the Embryonic Development of *Pseudobagrus Nitidus*[J]. Journal of Southwest China Normal University (National Science), 2002, 27(4):467-571.
- [7] Masato Aritaki, Shigenori Suzuki, Ken-ichi Watanabe. Morphological Development and Growth of Laboratory-reared Barfin Flounder *Verasper miseri*[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 2000, 66(3):446-453.
- [8] Kee Chae CHO, Jong Hyun KIM, Chang Soon GO, et al. A study on seedling production of the spotted flounder, *Verasper variegatus* [J]. Bulletin of National Fisheries Research and Development Agency (Korea), 1995, 50:41-57.
- [9] Yong Uk KIM. On the egg development and larvae of right-eye flounder, *Kareius bicoloratus* (Basilewsky)[J]. Bull Korean Fish Soc, 1982, 15(4):323-328.
- [10] 朱 杰, 张秀梅, 高天翔, 等. 大菱鲆早期变态发育和体表黑色素细胞形态学观察[J]. 水产学报, 2002, 26(3):193-200.
- [11] 陈四清, 于东祥, 马爱军, 等. 圆斑星鲆 *Verasper variegatus* (Temminck et Schiegel)生物学特性研究[J]. 现代渔业信息, 2002, 17(10):25-27.
- [12] 于大国. 新品种推荐-星鲆的养殖[J]. 中国水产, 2001(10):60-62.

## Embryonic and larval development in *Verasper variegatus*

WANG Kai-shun<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-feng<sup>1</sup>, KANG Kyoung-ho<sup>2</sup>, ZHANG Quan-qi<sup>1</sup>, ZHANG Fu-ling<sup>3</sup>

(1. College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550749, Korea; 3. Huaxin Haida Marine Organisms Company of Weihai, Weihai 264200, China)

**Abstract:** The fertilized eggs of *Verasper variegatus* were obtained by artificial conduction and the incubation conditions were: water temperature ( $11 \pm 0.5$ ) °C, salinity 29-30, pH 8.2, and flowing water with continuously aerating. The larvae hatched out at about 153 h after fertilization and the larval mouths opened at 6th day and metamorphosis completed at about 50th day after the hatching. The laid eggs are half-floated with a large number of yolk. The blastomere size and the cleavage speed became different distinctly at the late cleavage. The formation of optic vesicle is earlier than somite. The guts are thin, short and straight in the newly hatched larvae, and then become longer and flexible during the larval development. The melanophores occurred in the embryo 86 h after fertilization in dispersal, and on the surface of yolk sac 140 h after fertilization, and distributed in all of the body after metamorphosis. The shape of melanophore existed on the body changes gradually from snowflake-like (before hatching) to spot shape (10 d after hatching), whereas those on yolk sac are snowflake shape all the time.

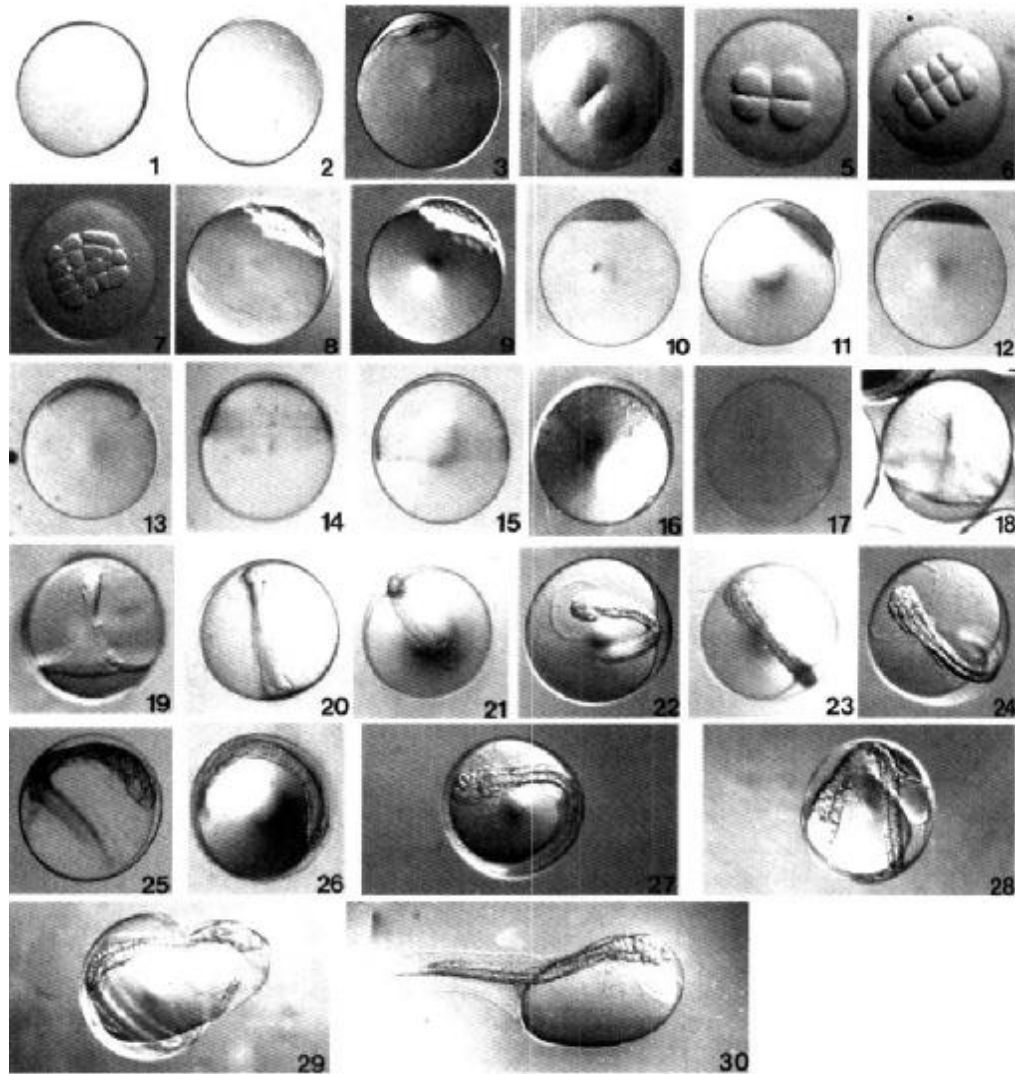
**Key words:** *Verasper variegatus*; embryonic development; larvae; morphological observation

**Corresponding author:** ZHANG Quan-qi. E-mail: qzhang@ouc.edu.cn



王开顺等：圆斑星鲷胚胎及仔鱼发育的观察

WANG Kai – shun et al: Embryonic and larval development in *Verasper variegatus*



图版 I 圆斑星鲷的胚胎发育

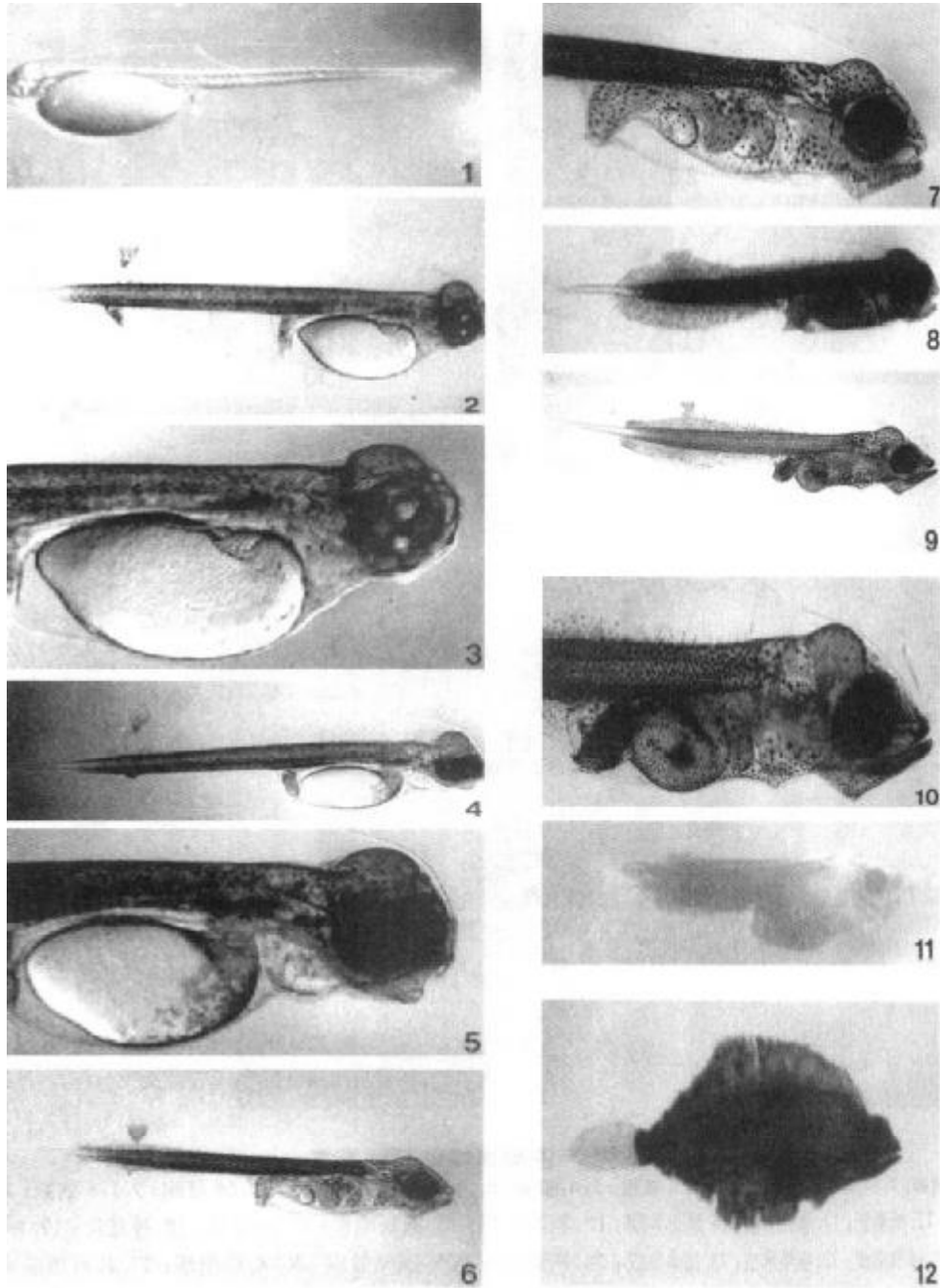
1. 未受精卵; 2. 卵膜举起; 3. 胚盘形成; 4. 2 细胞; 5. 4 细胞; 6. 8 细胞; 7. 16 细胞; 8. 64 细胞; 9. 128 细胞; 10. 桑椹胚; 11. 高囊胚; 12. 低囊胚; 13. 囊胚末期; 14. 原肠早期; 15. 原肠中期; 16. 原肠晚期; 17. 神经板; 18. 神经沟; 19. 神经管; 20. 眼泡形成; 21. 体节形成; 22. 嗅板形成; 23. 晶体形成; 24. 听囊出现; 25. 肌肉效应; 26. 心跳出现; 27. 耳石形成; 28. 将要孵化; 29. 正在孵化; 30. 刚孵化仔鱼。

Plate I Embryonic development of *V. variegatus*

1. Unfertilized egg; 2. Membrane lift; 3. Blastodisc formation; 4. 2 – cell; 5. 4 – cell; 6. 8 – cell; 7. 16 – cell; 8. 64 – cell; 9. 128 – cell; 10. Morula; 11. High blastula; 12. Low blastula; 13. Late blastula; 14. Early gastrula; 15. Mid gastrula; 16. Late gastrula; 17. Neural plate; 18. Neural groove; 19. Neural tube; 20. Formation of optic vesicle; 21. Formation of metamere; 22. Formation of olfactory plate; 23. Formation of eye lens; 24. Formation of optic capsule; 25. Muscular contraction; 26. Heart pulsation; 27. Formation of otoliths; 28. Embryo just before hatching; 29. Embryo under hatching; 30. Newly hatched larva.

王开顺等：圆斑星鲷胚胎及仔鱼发育的观察

WANG Kai-shun et al: Embryonic and larval development in *Verasper variegatus*



图板 II 圆斑星鲷的仔鱼发育

1. 孵化后 3 天; 2. 孵化后 5 天; 3. 图 2 的放大; 4. 孵化后 6 天; 5. 图 4 的放大; 6. 孵化后 10 天; 7. 图 6 的放大; 8. 孵化后 14 天; 9. 孵化后 19 天; 10. 图 9 的放大; 11. 孵化后 26 天; 12. 孵化后 50 天变态完成.

Plate II Larval development of *V. variegatus*

1. Larva 3 d after hatching; 2. Larva 5 d after hatching; 3. The magnification of picture 2; 4. Larva 6 d after hatching; 5. The magnification of picture 4; 6. Larva 10 d after hatching; 7. The magnification of picture 6; 8. Larva 14 d after hatching; 9. Larva 19 d after hatching; 10. The magnification of picture 9; 11. Larva 26 d after hatching; 12. Juvenile 50 d after hatching, metamorphosis completed.