

半滑舌鳎早期形态及发育特征*

万瑞景** 姜言伟 庄志猛

农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071

摘要 半滑舌鳎卵子为分离的球形浮性卵, 卵径 1.18 - 1.31 mm。卵膜薄、光滑、透明, 具弹性。多油球, 一般为 97 - 125 个, 多数在 100 个左右, 油球径 0.04 - 0.11 mm。在培养水温为 20.5 - 22.8 的条件下, 卵子受精后 37 h 仔鱼孵出, 30 min 后仔鱼全部孵出。初孵仔鱼全长 2.56 - 2.68 mm。1 日龄仔鱼, 出现胸鳍芽。1.5 日龄仔鱼, 巡游模式基本建立。2 日龄仔鱼, 逐渐建立外源性摄食关系。3 日龄仔鱼, 出现鳔泡, 个体发育进入后期仔鱼期。18 日龄, 个体发育进入稚鱼期。25 日龄稚鱼, 右眼开始向上移动。27 日龄稚鱼, 右眼已转到头顶。29 日龄稚鱼, 右眼完全转到左侧, 胸鳍退化, 各鳍鳍条发育完全。57 日龄, 个体发育进入幼鱼期。79 日龄幼鱼, 鳔退化、鳞片发育完全, 侧线 3 条。研究表明: 前期仔鱼培育期间, 除了严格控制适宜的培养水温外, 仔鱼开口后就应及时投喂一定密度的适口饵料, 这是苗种培育中不可忽视的重要环节和技术措施之一; 稚鱼变态期间加强鲜活饵料的投喂是提高稚鱼变态成活率的关键所在。仔鱼孵化后出现的管状感觉器官以及背、臀鳍膜上的泡状结构在早期发育阶段的生态和生理作用尚不清楚。半滑舌鳎成鱼无鳔和无胸鳍, 而在早期发育期间具有鳔泡和胸鳍, 这是生物个体发育史中祖先特征的重演现象 [动物学报 50 (1): 91 - 102, 2004]。

关键词 半滑舌鳎 仔鱼 稚鱼 幼鱼

Morphological and developmental characters at the early stages of the tonguefish *Cynoglossus semilaevis**

WAN Rui-Jing**, JIANG Yan-Wei, ZHUANG Zhi-Meng

Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, Shandong, China

Abstract Based on the data and the samples from both the hatchery experiments carried out during 1987 to 1989 and from the large-scale seedling-rearing performed in the Laizhou Mingbo Fish Farm in the autumn of 2002, we observed and described the morphological and developmental characters in the early stages of the tonguefish *Cynoglossus semilaevis* Günther, 1873. In each late August during the experiment years, a pair of 135 hp trawlers was used to catch adult tonguefish in the central and western parts of the Laizhou Bay, the Bohai Sea. Normally, those adult fish with the gonad developing to stage were chosen to be the parent candidates. As chosen, the body size of the female fish was 550 - 670 mm in standard length with a body weight ranged from 1 450 to 2 350 g while the body length and weight of the male fish were 270 - 290 mm and 120 - 230 g, respectively. The parent fish were transported to the hatchery and cultivated in the concrete pond with a volume of 50 m³. The cultivation density was 1.5 - 2 individuals/m². The female and male proportion was kept in 1:3. The cultivation pond was shaded by black curtain. During cultivation, the daily exchange rate of seawater was about 100% or more by supplying re-circulation water and aeration was discontinuously given to maintain water quality. The parent fish were fed twice a day and rationed 3% - 5% of fish body weight. The priority categories of diets were clamworm, squill and clam meat. When the gonad of the parent fish matured after one-month culture to the middle or late September, artificial insemination could be performed to obtain fertilized eggs. The fertilized eggs were placed in a glass tank with a volume of 120 L to incubate. On incubating, the gentle re-circulation water and fresh seawater were supplied. The newly hatched larvae were cultured in the same glass tank by supplying gentle re-circulation of water with gentle aeration.

In the second day after hatching, the larvae were fed with rotifer *Brachionus plicatilis* twice a day and rationed at a food density of 5 - 10 individuals/ml. The density of unicellular alga (*Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis galbana*, *Platy-*

2003-05-10 收稿, 2003-08-23 修回

* 国家自然科学基金 (30271027) 和国家“863”计划项目 (2002AA603011) 资助 [This research was funded by the grants from the National Natural Science Foundation of China (No. 30271027) and the National “863” Plan of China (No. 2002AA603011)]

** 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn

© 2004 动物学报 Acta Zoologica Sinica

monas sp.) was maintained at 10×10^4 cell/ml. In the 7th day after hatched out, the ration of rotifer was increased to 10 - 15 individuals/ml. In the 12th day after hatched out, the larvae were supplied with both rotifers (10 - 15 individuals/ml) and copepod larvae (2 - 3 individuals/ml), while, the density of unicellular alga was maintained at or above 5×10^4 cell/ml. In the 19th day after hatching, the juveniles were moved to an indoor concrete pond with a volume of 8.0 m^3 for further cultivation. Using a preheated/ auto-flow device, the daily water exchange rate was kept at 1/2 to 2/3 of the total culture volume. The pond bottom was punctually cleaned. Aeration was supplied 4 times a day, lasting 30 minutes each time. The juveniles were fed thrice a day with the food categories of either "rotifer + copepod larva" or "rotifer + copepod larva + *Artemia* nauplii" and "rotifer + copepod larva + *Artemia* nauplii + minced fish meat (particle size: 0.2 - 0.5 mm)". Normally, the rations of rotifer, copepod and *Artemia nauplii* were maintained in the densities of 5 or 6 individuals/ml, 3 - 6 and 3 - 5 individuals/ml, respectively. But, the ration of minced fish meat was adjusted according to the feeding conditions. The cultivation temperature was kept at a range of 21.0 - 21.8 and the pH value at 7.90 - 8.40. Dissolved oxygen was maintained at a range of 3.03 - 5.90 mg/ml. A luminance about 500 lux was controlled. The samples of fish eggs, larvae, postlarvae, juveniles and fingerlings were collected and preserved in 5% neutral formalin for observation and description of the morphological and developmental characters at the early life stages.

The egg of the tonguefish was separate, spherical and buoyant with a diameter range of 1.18 - 1.31 mm. The chorion was thin, elastic, lubricous and transparent. The egg was rich in oil globules, the numbers of which were variable from 97 to 125, about 100 in the majority. The diameter of oil globule ranged 0.04 - 0.11 mm. Under the culture temperature of 20.5 - 22.8, the eggs began to hatch in 37 hours after fertilization and larvae were completely hatched out within 30 min. The body length of the newly hatched larva ranged from 2.56 mm to 2.68 mm in total length. 1-day-old larva appeared pectoral fin bud. 1.5-day-old larva developed a cruising swimming mode. 2-day-old larva presented the crown-like larval fin and started its exogenous feeding. Swim bladder occurred in 3-day-old larva. Hereafter, the ontogeny embarked on the postlarval stages. The ontogeny of 18-day-old larvae entered the juvenile stages henceforth. The right eye of 25-day-old juvenile started to migrate upwards. The right eye of 27-day-old juvenile migrated to vertex. Growing to 29-day-old, the right eye of the juvenile completely migrated to the left side and the crown-like larval fin disappeared. The pectoral fin became entirely degenerate. Fin ray of each fin completely developed. The ontogeny of 57-day-old juvenile went into the fingerling stages. The swim bladder of 79-day-old fingerlings degenerated and their scales entirely developed. As observed, besides strict control on water temperature and quality, it is critically important to supply larvae with suitable diets soon after the yolk and oil globules are consumed away and larvae start to feed. Furthermore, postlarvae should be supplied with live or fresh diets, which is one of the vital elements of the technical components in terms of rearing postlarvae at metamorphosis stages [Acta Zoologica Sinica 50 (1): 91 - 102, 2004].

Key words Tonguefish, *Cynoglossus semilaevis*, Larva, Juvenile, Fingerling

半滑舌鲷 (*Cynoglossus semilaevis* Günther, 1873) 属鲷形目 (Pleuronectiformes)、舌鲷科 (Cynoglossidae)、舌鲷属 (*Cynoglossus* Buchanan-Hamilton, 1822), 体左侧侧线 3 条, 右侧无侧线, 侧线鳞 13 - 15 + 123 - 132, 体左侧被强栉鳞, 右侧被圆鳞或弱栉鳞, 生殖突起游离, 位于臀鳍前端右侧, 为我国近海底层的大型名贵经济鱼类 (李思忠、王惠民, 1995)。半滑舌鲷雌性个体的平均体长为 523 mm, 最大体长可达 800 mm 以上, 雄性个体的平均体长为 280 mm (邓景耀等, 1988a)。渤海半滑舌鲷终年栖息于海湾水域, 洄游距离短, 活动范围小, 食物层次较低, 以底栖虾、蟹类为主要饵料, 在渤海鱼类中, 营养级仅为 2.7, 属低级肉食性鱼类 (邓景耀等, 1988b), 是理想的增殖和养殖种类之一。

舌鲷属鱼类的种类甚多, 约有 72 种 (李思忠、王惠民, 1995)。关于舌鲷鱼类早期生活史的研究, 藤田矢郎等 (1957) 对日本门司 (Moji) 附近海域的宽体舌鲷 *Cynoglossus robustus* Günther, 1873 的鱼卵和仔鱼形态进行过报道; 藤田矢郎等 (1965) 对岛原 (Shimabara) 近海的短吻三线舌鲷

Cynoglossus abbreviatus (Gray, 1832) 进行过人工授精、孵化试验; 此后, 藤田矢郎等 (1986) 利用白鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix* Cuvier et Valenciennes, 1844) 的脑垂体对短吻三线舌鲷进行人工催熟、人工授精、孵化和仔稚鱼培养试验; 南卓志 (1983) 对若狭湾 (Wakasa Bay) 西部海域的短吻红舌鲷 *Cynoglossus joyneri* Günther, 1878 后期仔鱼和稚鱼形态进行过报道; Balakrishnan and Devi. (1974) 报道了印度 Cochin Backwater 海域的斑头舌鲷 *Cynoglossus puncticeps* Richardson, 1846、南洋舌鲷 *Cynoglossus lida* (Bleeker, 1852)、*Cynoglossus brevis* Günther, 1862 和 *Cynoglossus cynoglossus* Hamilton-Buchanan, 1822 的仔、稚鱼形态以及孟加拉湾 (the Bay of Bengal) 的印度舌鲷 *Cynoglossus arel* (Schneider, 1801) 和高眼舌鲷 *Cynoglossus monopus* (Bleeker, 1849) 卵子和仔稚鱼的形态; Ahlstrom et al. (1984) 在鲷形目鱼类的个体发育和系统发育的研究中, 对 13 种舌鲷属鱼类的早期发育特征做了简要的描述; 杨东莱等 (1983) 报道了渤海湾半滑舌鲷及短吻红舌鲷的鱼卵和仔、稚鱼的形态; 姜言伟等 (1988a, 1988b,

1993) 成功地进行了半滑舌鳎的人工授精和孵化试验并报道了其卵子和仔鱼的形态特征, 对渤海半滑舌鳎的生殖习性及其产卵生态和人工育苗工艺技术也进行过初步的研究。

本研究就半滑舌鳎后期仔鱼、稚鱼和幼鱼形态和发育特征做了系统的描述, 报道如下。

1 材料和方法

本文数据主要根据 1987 至 1989 年进行的半滑舌鳎人工育苗资料以及 2002 年秋季在山东省莱州市明波水产有限公司养鱼场进行的半滑舌鳎苗种规模化培育的资料。试验年间的每年 8 月下旬, 利用 135HP 木壳双拖渔轮, 在渤海莱州湾中、西部海区捕捞性腺发育至 期的亲鱼。捕获的亲鱼运回试验场, 蓄养在 50 m³ 的水泥池内, 蓄养密度 1.5 - 2.0 尾/m², 雌雄性比为 1 : 3, 雌鱼体长为 550 - 670 mm, 体重为 1 450 - 2 350 g, 雄鱼体长为 270 - 290 mm, 体重为 120 - 230 g。亲鱼培养池用黑色帘子遮光。培养期间, 池水采用循环流动方式, 每天的换水率达 100% 以上, 间断充气, 定时测定培养水温。每日投饵 2 次, 投喂量约为亲鱼体重的 3% - 5%。饵料种类以沙蚕、虾蛄和杂色蛤为主。9 月中、下旬, 亲鱼性腺发育成熟, 采用人工授精的方法获得受精卵。

将受精卵置于 120 L 的玻璃水族箱内进行孵化, 孵化期间采用微量循环水的方式, 连续不断地补充新鲜海水。在培养水温为 20.5 - 22.8 的条件下, 37 h 后, 仔鱼开始孵化。

孵化后的仔鱼仍置于 120 L 的玻璃水族箱内进行培养。培养期间仍采用微量循环水的方式, 流量控制在总培养水体的 1/4 - 1/2 之间。间断性充气, 每隔 1 h 充气 5 - 10 min。培养水温为 20.0 - 25.0, pH 7.3 - 8.4, 溶解氧为 3.90 - 4.37 mg/L。

仔鱼孵化后第 2 天, 开始投喂轮虫, 每天投喂 2 次, 投喂量 5 - 10 ind./ml, 培养水体中单胞藻 (牟氏角毛藻 *Chaetoceros muelleri*, 金藻 *Isochrysis galbana*, 扁藻 *Platymonas* sp.) 密度保持 10 × 10⁴ cells/ml。第 7 天, 轮虫投喂量增至 10 - 15 ind./ml, 第 12 天, 轮虫投喂量不变, 增加投喂桡足类幼体 (Copepod larvae) 2 - 3 ind./ml, 单胞藻密度 5 × 10⁴ cells/ml 以上。

从第 19 天起, 将鱼苗从水族箱移至室内 8.0 m³ 水体的水泥池内进行培养。采用预热水自流循

环, 每天换水量为 1/2 - 2/3, 不定时进行池底清污。每天充气 4 次, 每次 30 min。投饵次数 3 次/天。饵料种类为轮虫 + 桡足类幼体 - 轮虫 + 桡足类幼体 + 卤虫幼体 - 轮虫 + 桡足类幼体 + 卤虫幼体 + 鱼肉糜 (粒径 0.2 - 0.5 mm)。投喂量为轮虫 5 ind./ml, 桡足类幼体 3 - 6 ind./ml, 卤虫幼体 3 - 5 ind./ml, 鱼糜用量视鱼苗摄食具体状况增减。培养水温 21 - 8, pH 7.90 - 8.40, 溶解氧 3.03 - 5.90 mg/L, 光照维持在 500 Lux 左右。

鱼卵和仔、稚、幼鱼发育特征和形态为福尔马林固定样品显微描绘。

2 结果

2.1 胚胎发育

半滑舌鳎卵子为分离的球形浮性卵, 卵径为 1.18 - 1.31 mm (1.24 ± 0.03 mm, n = 20)。卵膜薄、光滑、透明, 具弹性。卵黄颗粒细匀, 呈乳白色。多油球, 一般为 97 - 125 个 (103 ± 7 个, n = 20), 多数在 100 个左右, 随着胚胎发育, 油球的数量和分布位置也发生变化, 油球径为 0.04 - 0.11 mm (0.07 ± 0.03 mm, n = 20)。

在培养水温为 20.5 - 22.8 的条件下, 卵子受精后 15 min 原生质开始向动物极一端集中, 30 min 胚盘形成, 1.5 h 细胞开始分裂, 3.5 h 进入多细胞期, 4.5 h 形成高囊胚, 5.5 h 为低囊胚, 15 h 胚体锥形形成, 17 h 神经管形成, 20.5 h 原口关闭, 克氏泡出现, 37 h 仔鱼开始孵化, 30 min 后仔鱼全部孵出 (图 1: 1 - 9)。

2.2 前期仔鱼

2.2.1 初孵仔鱼 全长 2.56 - 2.68 mm (2.63 ± 0.04 mm, n = 12)、体长 2.47 - 2.56 mm (2.52 ± 0.03 mm, n = 12)。头长 0.48 mm, 头高 0.23 mm。背、臀鳍膜较宽, 约为体宽的 1.5 倍。卵黄囊呈梨状, 前钝圆后稍尖, 长径 1.14 mm, 短径 0.79 mm。油球相互融合或聚集而数量减至 40 余个, 多数聚集在卵黄囊的后半部。直肠形成, 肛门前位, 肛前距 1.24 mm。仔鱼头部、体部和卵黄囊上分布星状黑色素细胞 (图 2: 1)。

2.2.2 出现感觉器官 孵化后 6 h 的仔鱼, 自吻端至体部的 1/2 处出现 8 - 10 对管状的感觉器官, 背、臀鳍膜上出现大小基本一致的泡状结构, 体部上的星状黑色素细胞开始聚集, 在体部两侧形成 5 条黑色素带 (图 2: 2; 图 3)。

2.2.3 出现冠状幼鳍原基 孵化后 13 h 的仔鱼,

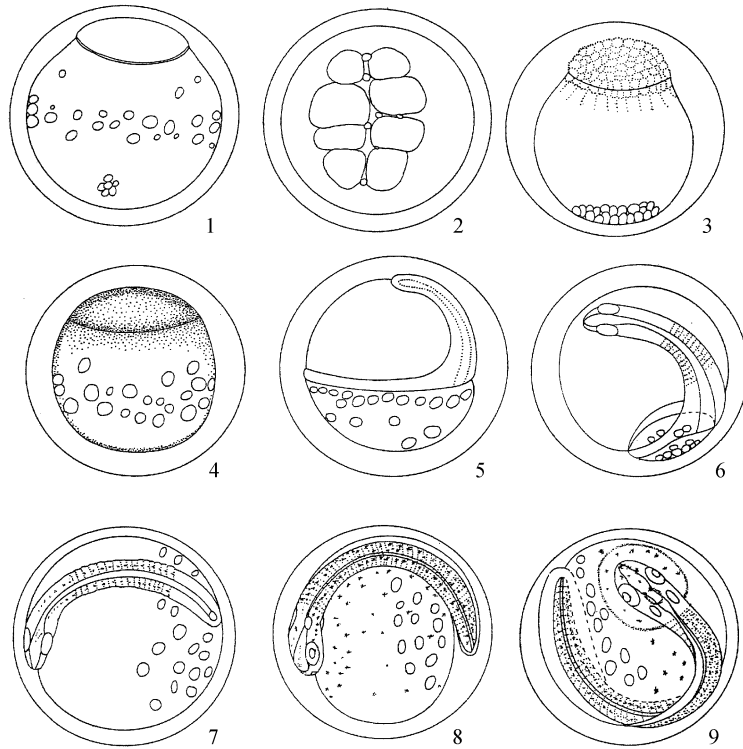


图1 半滑舌鲷的卵子

1. 受精卵。2. 8 胞期。3. 多细胞期。4. 低囊胚期。5. 原肠中期, 外包 1/2。6. 原口即将关闭。7. 原口关闭, 克氏泡形成。8. 胚体绕卵黄囊 3/5。9. 即将孵化。

Fig. 1 Eggs of the tonguefish

1. Fertilized egg. 2. 8-cell stage. 3. Multi-cell stage. 4. Late blastula stage. 5. Middle gastrula stage. 6. Blastopore nearly closed. 7. Blastopore closed, Kupffer's vesicle formation. 8. Embryo encircling 3/5 of the yolk-sac. 9. immediately before hatching.

全长 4.24 - 4.28 mm (4.26 ± 0.02 mm, $n = 8$), 体长 4.04 - 4.08 mm (4.06 ± 0.02 mm, $n = 8$), 肛前距 1.41 - 1.47 mm (1.44 ± 0.02 mm, $n = 8$)。胃已拉长近似葫芦状, 肠道变粗, 直肠的后上方出现一个透明的圆形膀胱, 肛门尚未开口。延脑后出现冠状幼鳍原基。孵化后 21 h 的仔鱼, 全长 4.60 - 4.64 mm (4.62 ± 0.02 mm, $n = 5$), 体长 4.40 - 4.44 mm (4.42 ± 0.02 mm, $n = 5$), 肛前距 1.48 - 1.53 mm (1.51 ± 0.02 mm, $n = 5$)。口窝形成, 咽、胃和肠相通, 肠道内壁产生皱褶。尾部鳍膜分化出二十余条辐射状的弹性丝。冠状幼鳍原基近似三角形 (图 2: 3)。孵化后第 2 天 (即 1 日龄) 仔鱼, 全长 5.03 - 5.16 mm (5.09 ± 0.04 mm, $n = 8$), 体长 4.74 - 4.83 mm (4.78 ± 0.03 mm, $n = 8$)。卵黄囊大部分被吸收, 肛门开口于体外。耳石清晰可见, 围心腔和腹腔之间出现隔膜组织, 心室壁增厚。冠状幼鳍原基增大, 胸鳍芽明显 (图 2: 4)。1.5 日龄仔鱼, 冠状幼鳍原基明显

增高, 其末端达背鳍膜边缘。头部黑色素细胞的分布和形状变化不大, 体部两侧的 5 条黑色素带的颜色有所加浓。背、臀鳍膜上的泡状结构明显减少 (图 2: 5)。仔鱼性情活泼, 在不同水层水平浮游, 频繁改变游动方向, 巡游模式基本建立。

2.2.4 冠状幼鳍出现 2 日龄仔鱼, 全长 5.41 mm, 体长 5.24 mm。卵黄囊明显缩小。口已初开。胃膨大呈葫芦状并与肠相通。肠道粗大, 内褶增多并开始出现不规则的蠕动。鳃弧 2 - 4 对。冠状幼鳍形成, 其末端突出背鳍膜。背、臀鳍膜上的泡状结构消失。胸鳍基本形成, 约为听囊的 1.5 倍。体部上的 5 处色素带较前期更浓密。肠道表面也出现数个星状黑色素细胞 (图 2: 6)。少数仔鱼开始觅食, 逐渐建立外源性摄食关系。

2.3 后期仔鱼

2.3.1 卵黄囊消失 3 日龄仔鱼, 全长 5.44 - 5.56 mm (5.50 ± 0.04 mm, $n = 8$), 体长 5.32 - 5.49 mm (5.40 ± 0.06 mm, $n = 8$)。卵黄囊全部

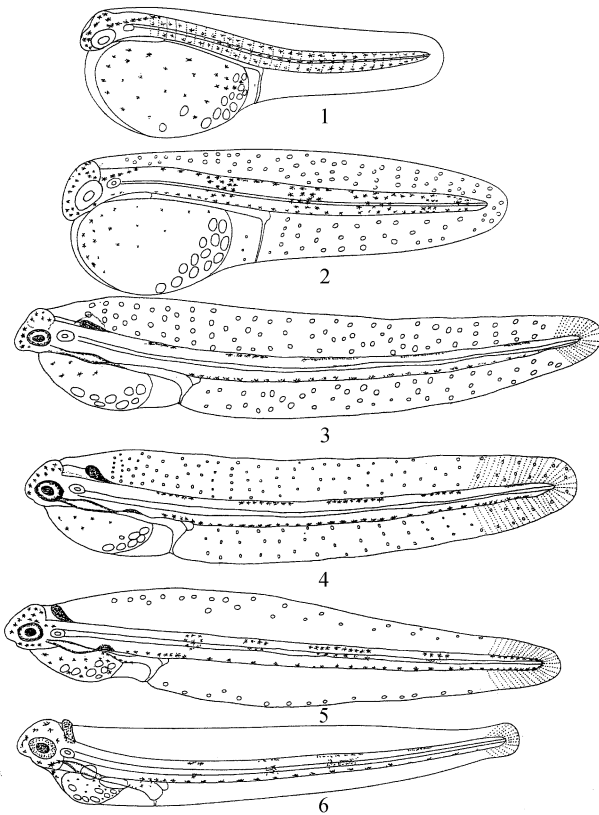


图 2 半滑舌鲷前期仔鱼

1. 初孵仔鱼，全长 2.56 mm。2. 孵化后 6 h 仔鱼。3. 孵化后 21 h 仔鱼，出现冠状幼鳍原基，全长 4.60 mm。4. 1 日龄仔鱼，全长 5.03 mm。5. 1.5 日龄仔鱼。6. 2 日龄仔鱼，全长 5.41 mm。

Fig. 2 Prelarvae of the tonguefish

1. Newly hatched larva, 2.56 mm in total length. 2. 6-hour-old prelarva after hatching. 3. 21-hour-old prelarva, the premodium of the crown-like larval fin appeared, 4.60 mm in total length. 4. 1-day-old prelarva, 5.03 mm in total length. 5. 1.5-day-old prelarva. 6. 2-day-old prelarva, 5.03 mm in total length.

被吸收。口完全裂开，口裂 0.28 mm。胃形成，咽、食道、肠相通，肠道弯曲。鳔泡出现，呈圆形。上、下颌及鳃盖骨形成，鳃弧上出现鳃丝。胸鳍进一步增大并具 3、4 条鳍条。冠状幼鳍增高，为 0.26 mm，冠状幼鳍上布满星状褐色色素细胞。头部仍布有星状黑色素，下颌也布有数个星状褐色色素细胞，体部上的 5 处色素带和腹缘的色素细胞较前期更加浓密，腹囊和肠道表面也布有星状黑色素。肠道蠕动及血液流动均有规律。仔鱼具捕食能力，胃内见有残存食物，外源性摄食关系已建立 (图 4: 1)。

2.3.2 冠状幼鳍鳍条出现 4 日龄仔鱼，全长 5.68 - 5.72 mm (5.70 ± 0.02 mm, $n = 8$)，体长

5.56 - 5.58 mm (5.57 ± 0.01 mm, $n = 8$)。冠状幼鳍继续增高，为 0.80 mm，冠状幼鳍内出现鳍条。口裂 0.34 mm，下颌内沿见有数个小细齿。体部上的 5 处色素带逐渐向背鳍膜转移 (图 4: 2)。5 日龄仔鱼，全长 5.72 - 5.78 mm (5.75 ± 0.02 mm, $n = 8$)，体长 5.58 - 5.60 mm (5.59 ± 0.01 mm, $n = 8$)。冠状幼鳍 1.10 mm。下颌出现 2 对绒毛齿 (图 4: 3)。6 日龄仔鱼，全长 6.28 mm，体长 5.88 mm。背、臀鳍膜均出现皱褶，尾鳍膜出现数条鳍条。冠状幼鳍 1.48 mm。口裂 0.40 mm，鳃弧发育完善，鳃耙隐现。围心腔形成，胸间隔明显。肠道弯曲复杂，肠道内充满食物。背鳍膜上的星状黑色素有所增加，臀鳍膜上出现星状黑色素分布 (图 4: 4)。8 日龄仔鱼，全长 7.10 mm，体长 6.90 mm。冠状幼鳍 1.80 mm。下颌略长于上颌，上、下颌各具 4 对绒毛齿。鳃耙 4 对。鳔泡有所增大。12 日龄仔鱼，全长 8.06 - 8.10 mm (8.08 ± 0.02 mm, $n = 6$)，体长 7.90 - 8.00 mm (7.95 ± 0.04 mm, $n = 6$)。冠状幼鳍 2.10 mm，星状黑色素分布更为浓密。听囊增大，其直径与眼径大小相近。肝脏已分化成 2 片，肠道盘曲更复杂。背、臀鳍膜上星状黑色素的分布较前增多并出现弹性丝，胸部、腹部和鳔泡表面出现星状黑色素分布 (图 4: 5)。

2.4 稚鱼

2.4.1 背、臀鳍条形成 18 日龄稚鱼，全长 10.14 - 10.36 mm (10.24 ± 0.07 mm, $n = 8$)，体长 10.00 - 10.20 mm (10.10 ± 0.09 mm, $n = 8$)，个体发育进入稚鱼期。冠状幼鳍 4.00 - 4.20 mm (4.11 ± 0.08 mm, $n = 8$)。背、臀鳍担鳍骨分化完全，背鳍条 (118) 和臀鳍条 (91) 已形成，但其边缘仍保留着胚胎性鳍膜。胸鳍条 16 条。腹鳍出现，位于胸鳍下方。耳石呈 “ ” 形。上、下颌上的绒毛齿增至 6 - 8 对。体部明显加宽。鳔泡仍然很明显。鱼体各部位的褐色色素细胞较后期仔鱼浓密。冠状幼鳍基部增厚并明显地向前延伸，冠状幼鳍基部的前端已伸达眼睛的前缘，头顶部 (前脑的前上方) 开始向下凹陷 (图 5: 1)。

2.4.2 左右两眼仍完全对称 24 日龄稚鱼，全长 13.42 - 13.76 mm (13.59 ± 0.11 mm, $n = 10$)，体长 12.80 - 13.20 mm (13.03 ± 0.13 mm, $n = 10$)，肛门处体高 1.80 - 2.10 mm (1.98 ± 0.10 mm, $n = 10$)。冠状幼鳍增高到最长，达 5.00 mm。背、臀鳍条完全形成。鱼体进一步变宽，肌

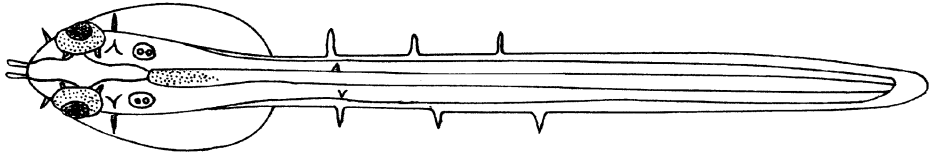


图 3 半滑舌鲷孵化后 6 h 仔鱼感觉器官示意图

Fig. 3 Dorsal view of 6-hour-old larva, showing sensory tubes

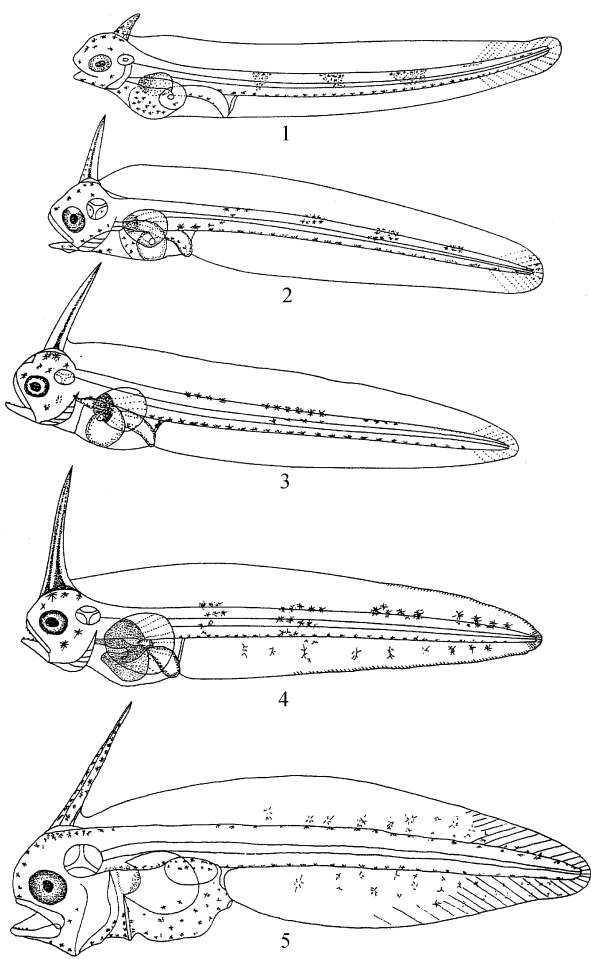


图 4 半滑舌鲷后期仔鱼

1. 3 日龄后期仔鱼, 全长 5.44 mm。2. 4 日龄后期仔鱼, 全长 5.68 mm。3. 5 日龄后期仔鱼, 全长 5.71 mm。4. 6 日龄后期仔鱼, 全长 6.27 mm。5. 12 日龄后期仔鱼, 全长 8.06 mm。

Fig. 4 Postlarvae of the tonguefish

1. 3-day-old postlarva, 5.44 mm in total length. 2. 4-day-old postlarva, 5.68 mm in total length. 3. 5-day-old postlarva, 5.71 mm in total length. 4. 6-day-old postlarva, 6.27 mm in total length. 5. 12-day-old postlarva, 8.06 mm in total length.

肉加厚, 脊椎间隙的结缔组织已形成。神经棘和血管棘清晰可见。体表两侧出现不规则的波纹, 褐色色素细胞有所减少。冠状幼鳍基部的前端向前突出成为半圆形, 其末端呈游离状。头顶部下凹更为明

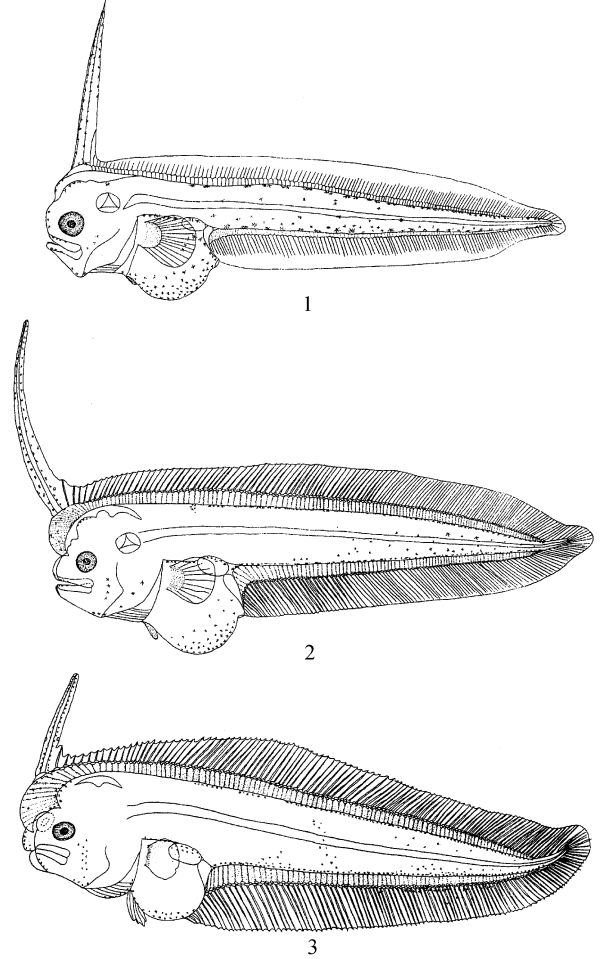


图 5 半滑舌鲷稚鱼

1. 18 日龄稚鱼, 背、臀鳍条形成, 全长 10.14 mm。2. 24 日龄稚鱼, 左右两眼对称, 全长 13.42mm。3. 25 日龄稚鱼, 右眼开始向上移动, 全长 13.80 mm。

Fig. 5 Juveniles of the tonguefish

1. 18-day-old juvenile, formation of the dorsal fin and anal fin rays, 10.14 mm in total length. 2. 24-day-old juvenile, eudipleural on both eyes, 13.42 mm in total length. 3. 25-day-old juvenile, initial migration of the right eye, 13.80 mm in total length.

显。此时, 稚鱼左右两眼仍处于完全对称的位置 (图 5: 2; 图 6: 1)。

2.4.3 右眼开始向上移动 25 日龄稚鱼, 全长 13.80 mm, 体长 13.40 mm。右眼开始向上移动。

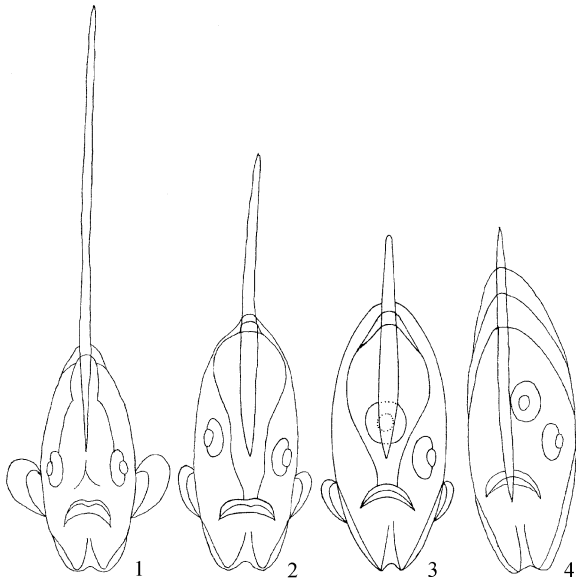


图 6 半滑舌鳎右眼移位示意图

1. 24 日龄稚鱼，左右两眼对称。2. 25 日龄稚鱼，右眼开始向上移动。3. 27 日龄稚鱼，右眼转到头顶。4. 29 日龄稚鱼，右眼转到左侧。

Fig. 6 Front view of the tonguefish, illustrating migration of the right eye

1. 24-day-old juvenile, eudipleural in both eyes. 2. 25-day-old juvenile, initial migration of the right eye. 3. 27-day-old juvenile, right eye migrating to the edge of the head. 4. 29-day-old juvenile, migration of the right eye completed.

冠状幼鳍开始萎缩并分化出一条略长于第一背鳍条的鳍条，冠状幼鳍 3.18 mm。胸鳍较前缩小，单腹鳍，具鳍条 4 条。肛门开始逐渐向右侧推移。冠状幼鳍基部的前端更为突出，游离部分呈三角形，其末端已达吻部中部。臀鳍条间膜上出现星状褐色色素细胞（图 5: 3；图 6: 2）。

2.4.4 右眼转到头顶 27 日龄稚鱼，全长 14.60 mm，体长 13.80 mm。冠状幼鳍继续缩短，仅为 1.38 mm。右眼已转到头顶。上颌骨开始歪曲。脊索末端向上弯曲，尾下骨形成。臀鳍继续发育，鳍条的起点位置已前伸到腹部的 1/2 处，臀鳍与腹鳍之间出现鳍间膜。肛门偏位于鱼体的右侧（即无眼侧）。臀鳍条间膜上的星状褐色色素细胞增多，背鳍条间膜上也出现星状褐色色素细胞，体表星状褐色色素细胞也明显增多（图 7: 1；图 6: 3）。

2.4.5 右眼转到左侧 29 日龄稚鱼，全长 15.20 - 15.40 mm (15.29 ± 0.08 mm, $n = 8$)，体长 14.00 - 14.20 mm (14.10 ± 0.08 mm, $n = 8$)。右眼完全转到左侧。冠状幼鳍完全萎缩，仅略长于邻

近的背鳍条。胸鳍完全退化、消失。各鳍鳍条发育完全，鳍式为：背鳍 125，臀鳍 96，腹鳍 4，尾鳍 8，与成鱼一致。背鳍前端的突起与眼部及吻部完全愈合，头部轮廓光滑。外部形态与成体基本相似。鱼体各部的色素细胞更加浓密。鳍条间膜上出现桔红色色素细胞（图 7: 2；图 6: 4）。稚鱼游动方式为侧偏游。

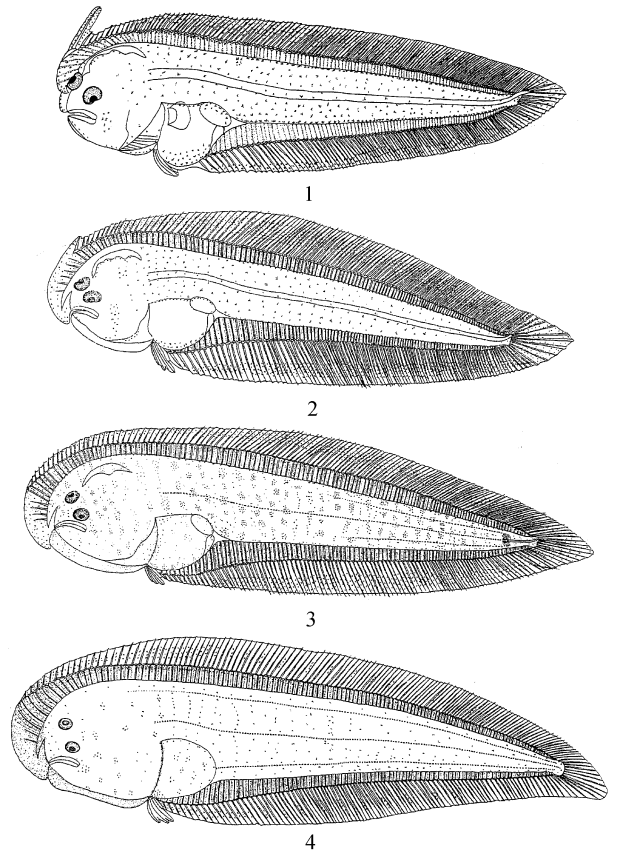


图 7 半滑舌鳎稚鱼和幼鱼

1. 27 日龄稚鱼，右眼转到头顶，全长 14.60 mm。2. 29 日龄稚鱼，右眼转到左侧，全长 15.20 mm。3. 57 日龄幼鱼，鳞片开始出现，全长 25.92 mm。4. 79 日龄幼鱼，鳞片完全，全长 30.36 mm。

Fig. 7 Juveniles and fingerlings of the tonguefish

1. 27-day-old juvenile, right eye migrated to the edge of the head, 14.60 mm in total length. 2. 29-day-old juvenile, migration of the right eye completed, 15.20 mm in total length. 3. 57-day-old fingerling, scales appeared, 25.92 mm in total length. 4. 79-day-old fingerling, scales developed completely and reached 30.36 mm in total length.

2.5 幼鱼

2.5.1 鳞片开始出现 57 日龄幼鱼，全长 25.92 - 27.36 mm (26.64 ± 0.52 mm, $n = 10$)，体长 23.40 - 24.70 mm (23.93 ± 0.43 mm, $n = 10$)。

有眼侧侧线基本形成，尾部出现少量鳞片，个体发育进入幼鱼期（图 7：3）。

2.5.2 鳞片完全 79 日龄幼鱼，全长 30.36 - 30.68 mm (30.55 ± 0.11 mm, $n = 10$)，体长 28.00 - 28.30 mm (28.16 ± 0.12 mm, $n = 10$)。有眼侧呈棕褐色，无眼侧呈白色。鳃退化、消失。鳞片发育完全，有眼侧具侧线 3 条。外部形态特征与成鱼相同，惟各部的大小比例略有差异（图 7：4）。幼鱼营底栖生活，贴池壁（无眼侧）能力强，不集群，具趋光性。150 - 270 日龄幼鱼，全长 37.40 - 51.40 mm，体长 35.00 - 48.80 mm。肛门处体宽 12.0 - 20.1 mm。有眼侧体色渐深。随着幼鱼的生长发育，鱼体渐长，同时加宽、增厚。

3 讨论

3.1 在已知的 7 种舌鳎属鱼类中，半滑舌鳎的卵子最大、油球数量最多（表 1），卵膜特征除了宽

体舌鳎具有六边形的网状龟裂外，其他 6 个种类都是光滑的。如表 1 所示的 13 种舌鳎属鱼类中，半滑舌鳎、宽体舌鳎和短吻三线舌鳎的冠状幼鳍为 1 条，其余 10 个种类都在 2 条或 2 条以上。表 1 的数据充分地体现了舌鳎属鱼类早期生活史阶段的多态性，卵径的大小、油球的数量、卵膜的特征和冠状幼鳍的鳍条数等是种类鉴别的依据之一。

3.2 根据郑葆珊（1955）报告，分布于渤海的舌鳎属鱼类除了半滑舌鳎外还有短吻红舌鳎、宽体舌鳎、短吻三线舌鳎、窄体舌鳎 *Cynoglossus gracilis*、长吻红舌鳎 *Cynoglossus lighti* 和紫斑舌鳎 *Cynoglossus purpureomaculatus* 等 6 个种类。1982 年 4 月 - 1983 年 5 月黄海水产研究所对渤海进行周年的拖网试捕调查时也采集到包括半滑舌鳎在内的 4 种舌鳎属鱼类（邓景耀等，1988a）。半滑舌鳎卵子的油球数量为 97 - 125 个，多数在 100 个左右，油球的数量随着胚胎发育逐渐减少，卵子发育进入

表 1 舌鳎属鱼类早期发育阶段特征的比较

Table 1 Characters of *Cynoglossus* spp. in the early development stages

种类 Species	培养水温 Water temperate ()	孵化时间 Incubation period (h)	卵径 Egg size (mm)	油球数量 Number of oil globules	卵膜 Chorion	卵黄囊 Yolk	冠状鳍条 Number of crown-like larval fin	资料来源 References
半滑舌鳎 <i>C. semilaevis</i>	20.5 - 22.8	37 - 37.5	1.18 - 1.31	97 - 125	S	H	1	本次试验 (The current study)
宽体舌鳎 <i>C. robustus</i>	26.2 - 27.5	16.5 - 17.5	0.85 - 0.90	5 - 15	HN	H	1	Fujita and Uchida, 1957
短吻三线舌鳎 <i>C. abbreviatus</i>	14.0 - 16.0	90 - 98	1.19 - 1.23	30 - 50	S	H	1	Fujita and Takita, 1965; Fujita et al., 1986
印度舌鳎 <i>C. arel</i>			0.63 - 0.64	20 - 30	S	H	2 - 3	Ramanathan, et al., 1979
高眼舌鳎 <i>C. monopus</i>			0.61 - 0.62	40 - 45	S	H	2 - 4	Ramanathan et al., 1979
短吻红舌鳎 <i>C. joyneri</i>			0.76 - 0.90	6 - 20	S	H	2	Yang et al., 1983; Minami, 1983
斑头舌鳎 <i>C. puncticep</i>							2	Balakrishnan et al., 1974
南洋舌鳎 <i>C. lida</i>							2	Balakrishnan et al., 1974
<i>C. cynoglossus</i>							2	Balakrishnan et al., 1974
双线舌鳎 <i>C. bilineatus</i>							2	Ahlstrom et al., 1984
考普氏舌鳎 <i>C. kopsii</i>							2	Ahlstrom et al., 1984
<i>C. capensis</i>			0.75	2 - 16	S	H	2 - 4	Ahlstrom et al., 1984
<i>C. macrostomus</i>							2	Ahlstrom et al., 1984

S: 光滑。HN: 多边形网状龟裂。H: 均匀。

S: Smooth. HN: Hexagonal Network. H: Homogeneous.

表 2 半滑舌鳎和其它鳎形目鱼类个体发育特征比较

Table 2 Comparison of the ontogenetic characters of *Cynoglossus semilaevis* with other Pleuronectiformes

种类 Species	培养水温 Water temperate ()	初孵仔鱼 Newly hatched larva		后期仔鱼 Postlarva		发育时间 (天) Development time (day)	体长增长率 Growth rate in size (mm/d)	资料来源 References
		全长 Total length (mm)	体长 Standard length (mm)	全长 Total length (mm)	体长 Standard length (mm)			
半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	22.6 - 23.0	2.56 - 2.68	2.47 - 2.56	5.44 - 5.56	5.32 - 5.49	3	0.95 - 0.98	本次试验 (The current study)
宽体舌鳎 <i>C. robustus</i>	26.2 - 27.5	1.75 - 1.85		3.25 - 3.50		2	0.75 - 0.83	Fujita and Uchida, 1957
短吻三线舌鳎 <i>C. abbreviatus</i>	14 - 16	3.28		4.96		8	0.21	Fujita and Takita, 1965; Fujita et al., 1986
印度舌鳎 <i>C. arel</i>		1.3 - 1.4		2.8		3	0.47 - 0.50	Ramanathan et al., 1979
高眼舌鳎 <i>C. monopus</i>		0.9		2.4		3	0.50	Ramanathan, et al., 1979
褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	14.3 - 21.6	2.38 - 2.57	2.07 - 2.44	3.80 - 4.20	3.60 - 4.00	4	0.36 - 0.41	Zhang et al., 1965
条鳎 <i>Zebrias zebra</i>	18.4 - 25.4	3.47	3.37	4.46	4.21	4	0.21 - 0.25	Zhang et al., 1965
高眼鳎 <i>Cleiyhenes herzensteini</i>	14.0 - 18.5	2.56 - 2.63		3.65 - 3.72		3	0.36	Jiang, 1980
粗壮拟庸鳎 <i>Hippoglossoides robustus</i>	7 - 15	4.42		4.82		3	0.13	Mito, 1963
花点黄盖鳎 <i>Limanda punctatissima</i>	13 - 20		2.80		3.19	2	0.20	Mito, 1963
尖吻黄盖鳎 <i>Limanda herzensteini</i>	6 - 10	2.25 - 3.02		3.6 - 3.9		4 - 7	0.13 - 0.33	Mito, 1963
星突江鳎 <i>Platichthys stellatus</i>	2.0 - 5.4	2.58 - 3.36		3.78 - 4.20		5	0.24 - 0.30	Mito, 1963
油鳎 <i>Microstomus achne</i>	9	3.9 - 4.6		5.6 - 5.9		5	0.26 - 0.34	Mito, 1963
角木叶鳎 <i>Pleuronichthys cornutus</i>	15.4 - 19.5	3.75 - 3.82		4.28		5.5	0.08 - 0.10	Mito, 1963

表 3 半滑舌鲷和其他鲷形目鱼类变态期发育特征

Table 3 Characters of metamorphosis period of *Cynoglossus semilaevis* and other *Pleuronectiformes*

种类 Species	右 (左) 眼开始移位			变态结束		变态时间 (天)	资料来源 References
	Right (left) eye began migration			Metamorphosis finished			
	发育阶段 Development stage	日龄 Days after hatching	全长 Total length (mm)	日龄 Days after hatching	全长 Total length (mm)	Time of metamorphosis period (Day)	
半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	稚鱼 Juvenile	25	13.80	29	15.20 - 15.40	5	本次试验 (The current study)
短吻三线舌鲷 <i>C. abbreviatus</i>	稚鱼 Juvenile	22	11.20	25	12.15	4	Fujita et al., 1986
条鲷 <i>Zebrias zebra</i>	稚鱼 Juvenile	17	8.50	33	14.40	17	Zhang et al., 1965
褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	后期仔鱼 Postlarval	20	8.25	35	13.70 - 20.54	16	Zhang et al., 1965

孵化期以及仔鱼孵化后, 油球的数量仍有 40 余个。杨东莱等 (1983) 根据 1979 - 1981 年在渤海湾采集的鱼卵样品资料报道了半滑舌鲷卵子的油球数量为 24 - 45 个 (多者可达 60 个以上), 与本研究的观察数据差异较大。油球数量的上限偏少可能与杨东莱等未采集到半滑舌鲷早期卵子有关; 下限数量偏少, 是否混杂了其他舌鲷属鱼类的卵子或其他原因所致, 有待进一步商榷。

3.3 鱼类早期生活史中, 前期仔鱼向后期仔鱼转化期间正是仔鱼完成口、消化道、眼和鳍等器官功能的初步发育并建立巡游模式的关键阶段, 仔鱼由内源性营养逐渐向外源性营养过渡, 其个体发育在形态学、生态学和生理机能上都发生了重大的转变。由于仔鱼视觉、摄食、消化和运动器官的发育尚未完善, 导致对外界环境条件尤其是饵料保障的变化特别敏感, 仔鱼往往不能及时捕食到适口的饵料而出现高的死亡率, 是鱼类早期发育阶段一个重大的临界期 (殷名称, 1995)。本研究结果表明: 半滑舌鲷仔鱼在水温 22.6 - 23.0 的条件下, 1.5 日龄仔鱼, 巡游模式基本建立, 2 日龄仔鱼, 逐渐建立外源性摄食关系, 3 日龄仔鱼, 个体发育进入后期仔鱼阶段, 仔鱼的全长和体长分别达到 5.44 - 5.56 mm 和 5.32 - 5.49 mm, 鱼体长度的增长率达 0.95 - 0.98 mm/d, 比同属的宽体舌鲷、短吻三线舌鲷、印度舌鲷和高眼舌鲷以及其它鲷形目鱼类 (牙鲆科 *Paralichthyidae*、鲷科 *Soleidae* 和鲷科 *Pleuronectidae*) 高, 甚至比短吻三线舌鲷、粗壮拟庸鲷 *Hippoglossoides robustus* 等种类高达 4 倍以上 (表 2)。半滑舌鲷在 3 天时间内完成前期仔鱼阶段的发育并出现这么高的体长增长率, 说明前

期仔鱼阶段, 仔鱼在视觉、摄食、消化和运动器官发育和体长增长上, 自身的营养物质 (卵黄和油球) 的消耗很大, 仔鱼自身营养物质耗尽后, 如果不能及时得到外源营养的补充, 将出现大量的死亡。因此, 在前期仔鱼培育期间, 除了严格控制适宜的培养水温外, 在仔鱼开口后、卵黄和油球耗尽前, 即仔鱼孵化后第 2 - 3 天就应及时投喂饵料粒径适中、质量较高的饵料如经过小球藻 *Chlorella* sp. 强化的褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis* 等, 并保持一定的饵料密度 (一般为 5 - 10 ind./ml), 以便仔鱼逐渐积累摄食“经验”, 顺利建立起外源性摄食关系和渡过鱼类生命周期中从内源性营养向外源性营养转换这一关键的临界期。这是苗种培育中不可忽视的重要环节和技术措施之一。

3.4 宽体舌鲷 2 日龄的仔鱼 (全长 3.25 - 3.50 mm) 出现冠状幼鳍原基 (藤田矢郎等, 1957)。短吻三线舌鲷仔鱼孵化后 48 h (全长 4.32 mm) 出现冠状幼鳍原基, 6 日龄仔鱼 (全长 4.54 mm) 冠状幼鳍形成, 8 - 10 日龄 (全长 4.7 - 5.6 mm) 冠状幼鳍出现鳍条 (藤田矢郎等, 1965, 1986)。而半滑舌鲷仔鱼孵化后 13 h (全长 4.24 - 4.28 mm) 出现冠状幼鳍原基, 2 日龄仔鱼 (全长 5.41 mm) 出现冠状幼鳍, 4 日龄仔鱼 (全长 5.68 mm) 冠状幼鳍出现鳍条。随后, 冠状幼鳍随着个体的发育不断增高, 直到稚鱼变态前 (24 日龄, 全长 13.42 - 13.76 mm), 冠状幼鳍达到最长 (5.00 mm)。可见, 半滑舌鲷冠状幼鳍的发育要比宽体舌鲷和短吻三线舌鲷早得多。冠状幼鳍发育的优劣对稚鱼能否顺利完成变态过程有着较大的影响, 因此, 苗种培育期间应注意控制幼体的培养密度, 一旦发现冠状

幼鳍异常, 就应及时疏苗培养。

3.5 眼睛的移位, 半滑舌鳎出现在 25 日龄、全长 13.80 mm 的稚鱼发育阶段, 短吻三线舌鳎 (藤田矢郎等, 1986) 和条鳎 (*Zebrias zebra*) (张孝威等, 1965) 也发生在稚鱼发育阶段, 但出现移位的时间要比半滑舌鳎早、鱼体大小也比半滑舌鳎小, 而褐牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 则在后期仔鱼发育阶段 (19 日龄, 全长 8.25 mm), 右眼就开始向上移动 (张孝威等, 1965)。变态时间, 半滑舌鳎 5 天, 短吻三线舌鳎仅 4 天 (藤田矢郎等, 1986), 而条鳎和褐牙鲆需要 17 天和 16 天 (张孝威等, 1965) (表 3), 说明半滑舌鳎和其他舌鳎属鱼类的变态期在鲽形目鱼类中是比较短的。在鱼类早期发育阶段, 仔、稚鱼的变态也是鱼类生命周期中出现高死亡率的一个危险阶段。因此, 在半滑舌鳎稚鱼变态期间, 除了注意保持培养水体的理化环境相对稳定外, 尽量投喂高质量的鲜活饵料, 以保证稚鱼获得充足的营养, 顺利完成变态过程, 提高苗种培育的成活率。

3.6 仔鱼孵化后 6 h, 鱼体上出现了管状感觉器官 (8 - 10 对), 背、臀鳍膜上也出现了圆形的泡状结构, 管状感觉器官在孵化后 13 h 更为明显。仔鱼即将进入后期仔鱼发育阶段时 (2 日龄), 背、臀鳍膜上的泡状结构消失。仔鱼背、臀鳍膜上泡状结构逐渐减少的同时, 管状感觉器官也逐渐变得模糊不清, 4 日龄的后期仔鱼, 感觉器官又清晰可见而且数量有所增加 (12 对), 6 日龄, 仔鱼的感觉器官才完全消失。褐牙鲆仔鱼孵出时也有管状感觉器官出现, 1 日龄仔鱼的感觉器官更为明显 (张孝威等, 1965), 黑鲷 (*Sparus macrocephalus*) 仔鱼孵化后也同样出现了管状感觉器官, 2 日龄的仔鱼, 感觉器官更为明显, 数量也有所增加, 4 日龄的前期仔鱼, 感觉器官逐渐萎缩、消失 (张孝威等, 1980a), 鲷 (*Platycephalus indicus*) 的 4 日龄前期仔鱼, 管状感觉器官较初孵仔鱼明显 (张孝威等, 1980b), 青鳞沙丁鱼 (*Sardinella zunasi*) (张孝威等, 1981)、斑鲈 (*Konosirus punctatus*) (陈真然、张孝威, 1965)、赤鼻棱鲷 (*Thryssa kammalensis*) (张孝威等, 1982)、鲷 (*Engraulis japonicus*) (阮洪超, 1984)、带鱼 (*Trichiurus lepturus*) (沙学绅等, 1981) 和蓝点马鲛 (*Scomberomorus niphonius*) (沙学绅等, 1966) 等种类的初孵仔鱼也具有成对的管状感觉器官。可见, 半滑舌鳎仔鱼管状感觉器官出现和持续的时间要比褐牙鲆、黑鲷、鲷等种类长。背、臀鳍膜上的

泡状结构和感觉器官在早期发育阶段的生态和生理作用尚不清楚。

3.7 半滑舌鳎成鱼无鳔和无胸鳍 (郑葆珊, 1955)。而在早期发育期间, 1 日龄的仔鱼出现胸鳍芽, 24 日龄的稚鱼, 胸鳍达到最大, 随着稚鱼的变态, 胸鳍逐渐萎缩, 29 日龄的稚鱼完成了变态过程, 胸鳍也完全退化, 此时各鳍条发育完全, 鳍式与成体一致; 3 日龄的仔鱼出现鳔泡, 进入幼鱼期后 (79 日龄) 鳔泡才消失。这是生物个体发育史中祖先特征的重演现象 (张孝威等, 1980b; 李思忠、王惠民, 1995)。

参考文献 (References)

- Ahlstrom EH, Amaoka K, Hensley DA, Moser GH, Sumida BY, 1984. Pleuronectiformes: development. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP Jr, Kendall AW, Richardson SL ed. Ontogeny and Systematics of Fishes. Special Publication Number 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Lawrence, KS: Allen Press, 640 - 670.
- Balakrishnan KP, Devi CBL, 1974. Larvae of some flat fishes from a Tropical Estuary. In: Blaxter JHS, ed. The Early Life History of Fish. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 677 - 684.
- Blaxter JHS, Hemple G, 1963. The influence of eggs size on herring larvae (*Clupea harengus* L.). J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 28: 211 - 240.
- Chen ZR, Zhang XW, 1965. A description of the morphological characters of the eggs, larvae and young of *Clupanodon punctatus* (T. & S.). Oceanologia et Limnologia Sinica 7 (3): 205 - 214 (In Chinese).
- Deng J Y, Meng TX, Ren SM, Qiu XY, Zhu J Y, 1988a. Species composition, abundance and distribution of fishes in the Bohai Sea. Marine Fisher. Res. (9): 10 - 98 (In Chinese).
- Deng J Y, Meng TX, Ren SM, 1988b. Food web of fishes in the Bohai Sea. Marine Fisher. Res. (9): 151 - 171 (In Chinese).
- Fujita S, Uchida K, 1957. Egg development and prelarval stages of a sole, *Cynoglossus robustus* Günther. The Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ. 16 (2): 319 - 322 (In Japanese).
- Fujita S, Takita T, 1965. Egg development and prelarval stages of a sole, *Areliscus trigrammus* (Günther). Bull. Japn. Soc. Sci. Fish. 31 (7): 488 - 492 (In Japanese).
- Fujita S, Kitajima C, Hayashida G, 1986. Induction of ovarian maturation and development of eggs, larvae and juveniles of the tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus*, reared in the laboratory. Japn. J. Ichthyol. 33 (3): 304 - 315 (In Japanese).
- Jiang YW, 1980. The early life history of Flaiice, *Cleiyhenes herzensteini* (Schmidt). Marine Fisher. Res. (1): 105 - 113 (In Chinese).
- Jiang YW, Wan RJ, 1988a. Studies on morphology and developmental characters in early stage of *Cynoglossus semilaevis* Günther in the Bohai Sea. Marine Fisher. Res. (9): 193 - 201 (In Chinese).

- Jiang YW, Wan RJ, 1988b. Reproductive behavior and spawning ecology of *Cynoglossus semilaevis* Günther in the Bohai Sea. Marine Fisher. Res. (9): 185 - 192 (In Chinese).
- Jiang YW, Wan RJ, Chen RS, Liu YL, Chen GW, Zhang SB, Fan DD, Fang H, 1993. Studies on technique of artificial fry rearing of *Cynoglossus semilaevis* Günther in the Bohai Sea. Marine Fisher. Res. (14): 25 - 33 (In Chinese).
- Li SZ, Wang HM, 1995. Fauna Sinica Ostichthyes Pleuronectiformes. Beijing: China Science Press, 68, 334 (In Chinese).
- Minami T, 1983. The early life history of a tongue fish *Cynoglossus joyneri*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 49 (5): 719 - 724 (In Japanese).
- Mito S, 1963. Pelagic fish eggs from Japanese waters — , Echeineida and Pleuronectida. Japn. J. Ichthyol. 11 (3/6): 81 - 102 (In Japanese).
- Ramanathan N, Natarajan R, 1979. Flat fish eggs, larvae and their development. *Aquaculture* 18: 349 - 366.
- Ruan HC, 1984. Studies on the eggs and larvae of *Engraulis japonica*. *Studia Marine Sinica* 22: 20 - 56 (In Chinese).
- Sha XS, He GF, Zhang XW, 1966. A description of the morphological characters of the eggs and larvae of the blue spotted mackerel, *Scomberomorus niphonius* (Cuvier & Valenciennes). *Oceanol. Limnol. Sin.* 8 (1): 1 - 8 (In Chinese).
- Sha XS, Ruan HC, He GF, 1981. A description of the morphological characteristics of the eggs and larvae of the hairtails, *Trichiurus haumela* (Forskål). *J. Fish. China* 5 (2): 155 - 160 (In Chinese).
- Yang DL, Wu GZ, Pang HY, 1983. The morphology of the early stage of Longuefishes, *Cynoglossus semilaevis* Günther and *C. joyneri* Günther, in the Bohai Bay. *Marine Sciences* (2): 29 - 32 (In Chinese).
- Yin MC, 1995. Fish ecology. Beijing: China Agriculture Press, 132 - 151 (In Chinese).
- Zhang XW, He GF, Sha XS, 1965. A description of the important morphological characters of the eggs and larvae of two flat fishes, *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) and *Zebrias zebra* (Bloch). *Oceanol. Limnol. Sin.* 7 (2): 158 - 174 (In Chinese).
- Zhang XW, He GF, Sha XS, 1980a. Morphological studies of the eggs, larvae and young fish of the black porgy, *Sparus macrolecephalus* (Basilewsky). *Acta Zool. Sin.* 26 (4): 331 - 336 (In Chinese).
- Zhang XW, Sha XS, He GF, Song LQ, 1980b. A description of the morphological characters of the eggs and larvae of the flathead fish, *Platycephalus indicus*. *Oceanol. Limnol. Sin.* 11 (2): 161 - 168 (In Chinese).
- Zhang XW, Sha XS, Chen ZR, Ruan HC, He GF, 1981. Observations on the eggs and the larvae development of a Clupeid *Harengula zunasi* Bleeker. In: China Ichthyological Society ed. *Transactions of the Chinese Ichthyological Society* (1). Beijing: China Ocean Press, 57 - 64 (In Chinese).
- Zhang XW, Chen ZR, Ruan HC, He GF, Sha XS, 1982. On the development of the eggs and larvae of *Thrissa kammalensis* and *Thrissa mystax*. *Acta Zool. Sin.* 28 (2): 183 - 189 (In Chinese).
- Zheng BS, 1955. Cynoglossidae. In: Zhang CL, Cheng QT, Li SZ, Zheng WL, Wang WB ed. *Fishes of the Yellow Sea and Bohai Sea, China*. Beijing: Science Press, 296 - 305 (In Chinese).
- 陈真然, 张孝威, 1965. 斑鳞卵子和仔、稚、幼鱼的形态特征. *海洋与湖沼* 7 (3): 205 - 214.
- 邓景耀, 孟田湘, 任胜民, 邱显寅, 朱建元, 1988a. 渤海鱼类种类组成及数量分布. *海洋水产研究* 9: 10 - 98.
- 邓景耀, 孟田湘, 任胜民, 1988b. 渤海鱼类的食物关系. *海洋水产研究* 9: 151 - 171.
- 姜言伟, 1980. 高眼鲷 (*Cleiyhenes herzensteini* Schmidt) 的早期发育. *海洋水产研究* 1: 105 - 113.
- 姜言伟, 万瑞景, 1988b. 渤海半滑舌鲷生殖习性及其产卵生态的研究. *海洋水产研究* 9: 185 - 192.
- 姜言伟, 万瑞景, 1988a. 渤海半滑舌鲷早期形态及发育特征的研究. *海洋水产研究* 9: 193 - 201.
- 姜言伟, 万瑞景, 陈瑞盛, 刘英林, 陈光武, 张守本, 范丁德, 房慧, 1993. 渤海半滑舌鲷人工育苗工艺技术的研究. *海洋水产研究* 14: 25 - 33.
- 李思忠, 王惠民, 1995. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲷形目. 北京: 科学出版社, 68, 334.
- 阮洪超, 1984. 鲷鱼卵子和仔稚鱼的形态发育及其在黄海、渤海的分布. *海洋科学集刊* 22: 20 - 56.
- 沙学绅, 何桂芬, 张孝威, 1966. 蓝点马鲛卵子和仔、稚鱼形态特征. *海洋与湖沼* 8 (1): 1 - 8.
- 沙学绅, 阮洪超, 何桂芬, 1981. 带鱼卵子和仔、稚鱼的形态特征. *水产学报* 5 (2): 155 - 160.
- 杨东莱, 吴光宗, 庞鸿艳, 1983. 渤海半滑舌鲷及焦氏舌鲷的鱼卵和仔稚鱼的形态. *海洋科学* 2: 29 - 32.
- 殷名称, 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 132 - 151.
- 张孝威, 何桂芬, 沙学绅, 1965. 牙鲆和条鲷卵子和仔、稚鱼的形态观察. *海洋与湖沼* 7 (2): 158 - 174.
- 张孝威, 何桂芬, 沙学绅, 1980a. 黑鲷卵子和仔、稚、幼鱼的形态观察. *动物学报* 26 (4): 331 - 336.
- 张孝威, 沙学绅, 何桂芬和, 宋立清, 1980b. 鲷鱼卵子和仔、稚鱼的形态观察. *海洋与湖沼* 11 (2): 161 - 168.
- 张孝威, 沙学绅, 陈真然, 阮洪超, 何桂芬, 1981. 青鳞鱼早期发育阶段形态和习性的观察. 见: 中国鱼类学会主编. *鱼类学论文集* (第一辑). 北京: 海洋出版社, 57 - 64.
- 张孝威, 陈真然, 阮洪超, 何桂芬, 沙学绅, 1982. 赤鼻棱鲷、中颌棱鲷卵子和仔稚鱼的发育. *动物学报* 28 (2): 183 - 189.
- 郑葆珊, 1955. 舌鲷科. 见: 张春霖, 成庆泰, 郑葆珊, 李思忠, 郑文莲, 王文滨. *黄渤海鱼类调查报告*. 北京: 科学出版社, 298 - 300.