

文章编号: 1004-7271(2005)03-0231-07

鳊鱼仔稚鱼早期发育的研究

钟俊生¹, 楼宝², 袁锦丰³

(1. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090; 2. 浙江省海洋水产研究所, 浙江舟山 316100;
3. 上海市长江口中华鲟自然保护区管理处, 上海 200002)

摘要:对人工培育条件下鳊鱼仔稚鱼的早期各发育阶段的形态特征进行了描述。鳊鱼初孵仔鱼的平均体长 1.95 mm(1.88~1.98 mm), 在水温 24.6~24.9 °C, 盐度 26~30 条件下初孵仔鱼至孵化后 4 日龄为卵黄囊仔鱼, 5~14 日龄为前弯曲期仔鱼, 15~28 日龄为弯曲期仔鱼, 29~40 日龄为后弯曲期仔鱼, 41 日龄开始进入稚鱼期。各鳍发育的体长范围在 3.63~10.38 mm, 进入稚鱼期完成了所有鳍的发育。鳊鱼的早期发育中头背部不出现枕骨棘。自卵黄囊期后阶段开始到稚鱼期, 在尾部中央侧面和腹缘具 1 个或多个星状的色素, 是鳊鱼早期发育阶段最重要的形态特征, 可以作为鉴别鳊鱼仔稚鱼的特征。

关键词:鳊鱼; 仔稚鱼; 形态发育; 色素

中图分类号: S 965.3 文献标识码: A

Study on the early development in larvae and juveniles of *Miichthys miiuy*

ZHONG Jun-sheng¹, LOU Bao², YUAN Jin-feng³

(1. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, China;

3. Administration Agency of Shanghai Yangtze Estuarine Protected Area for Chinese Sturgeon, Shanghai 200002, China)

Abstract: The morphological development of larval and juvenile miiuy croaker, *Miichthys miiuy*, was examined in a hatchery-reared series. The average standard body length of newly hatched larva was 1.95 mm (1.88–1.98 mm). Rearing at water temperature of 24.6–24.9 °C and salinity of 26.0–30.0, larvae completed yolk absorption and entered the preflexion larva stage on the 4th day after hatching at 3.03 mm BL. Notochord flexion started on the 15th day at 4.05 mm BL. On the 29th day, the hypurals were completed and entered the postflexion larva stage. Transformation from the larval to the juvenile stage occurred on 41st day at 10.38 mm BL. The range of body length for fins development was between 3.63 and 10.38 mm. All fins completed development when the larva entered the juvenile stage. In the early developmental stages, there no occipital spines on the top of head. From the yolk-sac to the juvenile stage, there one or some star-shaped pigmentations at body side and ventral side of the tail which could be the most important morphological characteristic for early development of *Miichthys miiuy*.

Key words: *Miichthys miiuy*; fish larva and juvenile; morphological development; pigmentation

收稿日期: 2005-02-23

基金项目: 上海水产大学博士启动基金(科 03-140)

作者简介: 钟俊生(1963-), 男, 浙江武义人, 副教授, 博士, 主要从事鱼类生态学及海洋鱼类早期发育研究。Tel: 021-65711942, jszhong@shfu.edu.cn

石首鱼科的绝大多数种类以其经济价值高、肉味鲜美,在国内外均成为海洋渔业及海水养殖上的重要经济种类。对于石首鱼科鱼类仔稚鱼形态发育,许多学者对皮氏叫姑鱼(*Johnius belengerii*)^[1],白姑鱼(*Argyrosomus argentatus*)^[2,3],黄姑鱼(*N. albiflora*)^[1-4],日本黄姑鱼(*N. japonica*)^[5-8],鲩状黄姑鱼(*N. miichthioides*)^[9,10],箕作黄姑鱼(*Nibeia mitsukurii*)^[2],大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)^[1-3,11-16],小黄鱼(*P. polyactis*)^[1-3,11,17],棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)^[1-3],黑鳃梅童鱼(*C. niveatus*)^[2]曾做了许多研究,但关于鲩鱼(*Miichthys miuiy*),除了卵的形态特征^[17]以及人工繁养技术^[18]曾有过描述外,至今未见有对仔稚鱼形态发育特征研究的报道。

鲩鱼隶属于石首鱼科,鲩属,是近海暖温性底层经济鱼类,喜栖息于底质为泥或泥沙的海域,分布于北太平洋,在我国南海、东海、黄海、渤海以及朝鲜、日本均有分布。生长迅速,一般3龄鱼达性成熟。我国是鲩鱼的主要生产国^[19,20],历史上东海的鲩鱼曾有过较高的产量,作为重要的经济鱼类,但由于环境的破坏和人为的滥捕,资源遭到了严重破坏,现已经不成渔汛。近年来,为了恢复资源,满足市场需要,浙江、福建已经进行了鲩鱼人工繁殖^[18],并获得成功,但早期发育过程中的存活率却仍然较低。这就有必要在研究其早期发育形态特征的基础上,多方面去探究出现高死亡率的原因。本文基于人工培育条件下鲩鱼仔稚鱼的发育过程,主要研究外部形态和发育特征,旨在为鉴别鲩鱼仔稚鱼和人工育苗提供基础的科学依据。

1 材料和方法

2003年10月2日到11月15日,鲩鱼仔稚鱼采自浙江省海洋水产研究所西闪养殖场。该场位于一独立小岛,占地面积15 km²,无陆源污染。自然海水经24 h黑暗沉淀,沙滤池过滤后,在受精卵育苗使用前用300目筛绢网袋二次过滤。育苗期间,海水自然温度为17.3~24.9℃(图1),盐度26~30,pH 8.0左右,孵化密度1000 g/m³。采样时刚孵化的仔稚鱼,第一天每2小时采集一次,第二天开始一天一次或两天一次,共采集989尾(体长1.9~15.0 mm),所有标本均固定于5%海水福尔马林溶液中。

选取鱼体完整的样品,按Kendall等^[21]划分仔稚鱼的各发育阶段,在带有目测微尺的Olympus SZ解剖镜下测量各日龄组仔稚鱼(共508尾)的体长[自卵黄囊期仔鱼至弯曲期仔鱼量至脊索长;后弯曲期仔鱼开始量取标准体长]、体高、头长、吻长、眼径和肛门前长,并观察色素分布、体型和鳍的发育特征;在OPTON解剖镜下描绘外形图。

2 结果

2.1 发育阶段

1~4日龄为卵黄囊仔鱼(平均体长2.08~3.28 mm);5~14日龄为前弯曲期仔鱼(3.04~4.13 mm);15~28日龄为弯曲期仔鱼(4.05~6.17 mm);29~40日龄为后弯曲期仔鱼(6.27~9.98 mm);41日龄(10.38 mm)以后进入稚鱼期(图1)。

2.2 发育特征

初孵仔鱼:全长1.98~2.08 mm;平均体长1.95 mm(1.88~1.98 mm)。卵黄囊呈椭圆形,长径0.82 mm(0.81~0.83 mm);短径0.62 mm(0.52~0.63 mm);油球位于卵黄囊的后下部,油球径0.28 mm(0.2~

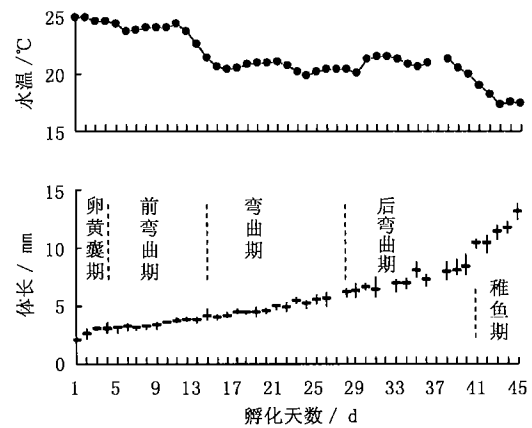


图1 鲩鱼仔稚鱼的孵化水温、发育阶段和平均体长的生长

Fig.1 Water temperature during the rearing, developmental stages and mean growth of *Miichthys miuiy* larva and juvenile in body length

0.3 mm)。消化管细长,肛门尚未开口于体外。晶状体透明,无色素。沿体背缘具2列小色素;油球的上半部散具许多星状色素(图 2-A)。

2日龄仔鱼[平均体长(以下略)2.61 mm]:卵黄囊明显减小,呈扁椭圆形,长径0.81 mm(0.79~0.82 mm);短径0.42 mm(0.40~0.43 mm);油球接近卵黄囊的后缘,油球径0.25 mm(0.2~0.28 mm)。消化管变粗,肠出现,肛门已开口。口凹出现。胸鳍芽形成;奇鳍鳍褶加宽。视囊前后缘出现黑色素。体背缘的色素明显减少,仅限于尾部;同时向下延伸,在尾部中央侧面和腹缘出现色素(图 2-B)。

4日龄仔鱼(3.03 mm):卵黄囊被吸收,油球径0.20 mm。口裂形成,出现了尚不发达的上下颌。视囊周围大量出现黑色素,已具视觉。胸鳍形成,呈扇形。体背缘黑色素消失,尾部中央侧面出现3~4个星状色素,腹面色素变浓,略向上延伸。油球腹部具星状色素(图 2-C)。

6日龄仔鱼(3.10 mm):消化道进一步膨大,胃已形成。上下颌趋于完整。前鳃盖骨开始分化。尾部侧面为1个大型星状色素,腹侧的色素树枝状。腹腔腹面散具许多色素,鳔的上部黑色。

10日龄仔鱼(3.63 mm):前颌骨与上颌骨完全分化,前颌骨和齿骨上出现细小齿。外鼻孔为单孔。鳃盖骨系完全分化。胸鳍下半部及尾鳍下半部出现放射状鳍条。腹腔腹面色素增多,并以肛门前的星状色素较为明显;腹腔前部亦出现色素。尾部中央腹面的树枝状黑色素细胞进一步增大加深,并向上扩散(图 2-D)。

14日龄仔鱼(3.83 mm):上下颌骨进一步发达,颌齿增多。前鳃盖骨后缘下角出现1~2棘。胸鳍出现1~2枚鳍条。尾下骨原基出现,在其下方形成2~4枚鳍条。尾部树枝状黑色素增加;腹腔前部色素变浓,并向后延伸;腹面的丝状色素向肛门前部和腹鳍着生处集中。

18日龄仔鱼(4.50 mm):上下颌各出现10~12个稍大齿。前鳃盖骨内缘出现2~3棘,后缘2棘。胸鳍下半部出现鳍条;背鳍鳍条部支鳍骨形成,并出现3~4枚鳍条。尾下骨分化,下方出现9~10枚鳍条。臀鳍基部的色素向上呈树枝状发散,尾部侧面色素呈1个大型星状色素。腹腔前部色素继续向后扩散,使腹腔大部呈灰黑色;腹面的丝状色素仍以肛门处最为明显(图 2-E)。

22日龄仔鱼(4.94 mm):上下颌各出现15~16齿。前鳃盖骨内缘4~5棘,后缘3棘,稍扩大。胸鳍鳍条全部形成;腹鳍芽出现;背鳍鳍棘部支鳍骨开始出现,鳍条部形成了10~12枚鳍条;臀鳍第1~2枚鳍条形成;尾下骨进一步分化,下叶鳍条全部形成,上叶出现3~4枚鳍条。尾部黑色素保持不变,胸鳍基部出现色素。腹腔色素进一步增多。

26日龄仔鱼(5.66 mm):上下颌各出现20~24个齿。前鳃盖骨内缘6棘,后缘4~5棘。背鳍鳍棘部支鳍骨形成,鳍条部鳍条增至24~26枚;臀鳍7枚鳍条全部形成。腹鳍膜状;尾下骨已完全形成,上下叶的鳍条基本形成。除尾部黑色素保持不变外,项部、胸鳍基部上方、胸鳍基部前鳃盖骨各具1个放射状的色素,腹腔侧面也出现数个稍大型色素。主鳃盖骨和胸鳍基部灰黑色(图 2-F)。

30日龄仔鱼(6.65 mm):背鳍和臀鳍鳍条完全形成;腹鳍仍为膜状,尚未出现鳍条;尾鳍鳍条完全形成。前鳃盖骨后缘上部的2棘较大。主鳃盖骨后角呈尖状。臀鳍基部色素分化成2个星点状色素,并向上扩散,与体侧的色素交错,项部、躯干部的色素增多,腹腔前端色素变浓,侧面仍具数个大型星状色素。

35日龄仔鱼(8.10 mm):背鳍、臀鳍的鳍棘和鳍条完全形成;腹鳍棘出现,并具3鳍条。前鳃盖骨后缘上部3棘呈尖状。主鳃盖骨后角钝尖。臀鳍基部色素分化成3~4个星点状色素,头部、躯干部除星状色素外,点状色素明显增加,腹腔也布满细小色素,呈灰黑色;尾鳍鳍条基部也出现1个大型星状色素和数个色素(图 2-G)。

41日龄仔鱼(10.38 mm):外鼻孔分化成前、后鼻孔。腹鳍完全形成。尾柄部开始出现鳞片。主鳃盖骨后下角也出现2个尖状小棘。头部色素明显增多;体侧上半部具许多小色素,沿背鳍基部有1列稍大的星状色素。背鳍第2~7鳍棘鳍膜上半部黑色(图 2-H)。

45日龄稚鱼(13.20 mm):体侧鳞片全部形成。头背部色素增多;颊部、鳃盖部布满色素;体侧上半部亦布满色素,在臀鳍上方与腹部的色素相连,似一灰棕色宽横带。沿背鳍基部有2~3列稍大的星状

色素。背鳍第2~10 鳍棘的鳍膜黑色;第二背鳍鳍条上散具许多小色素点。

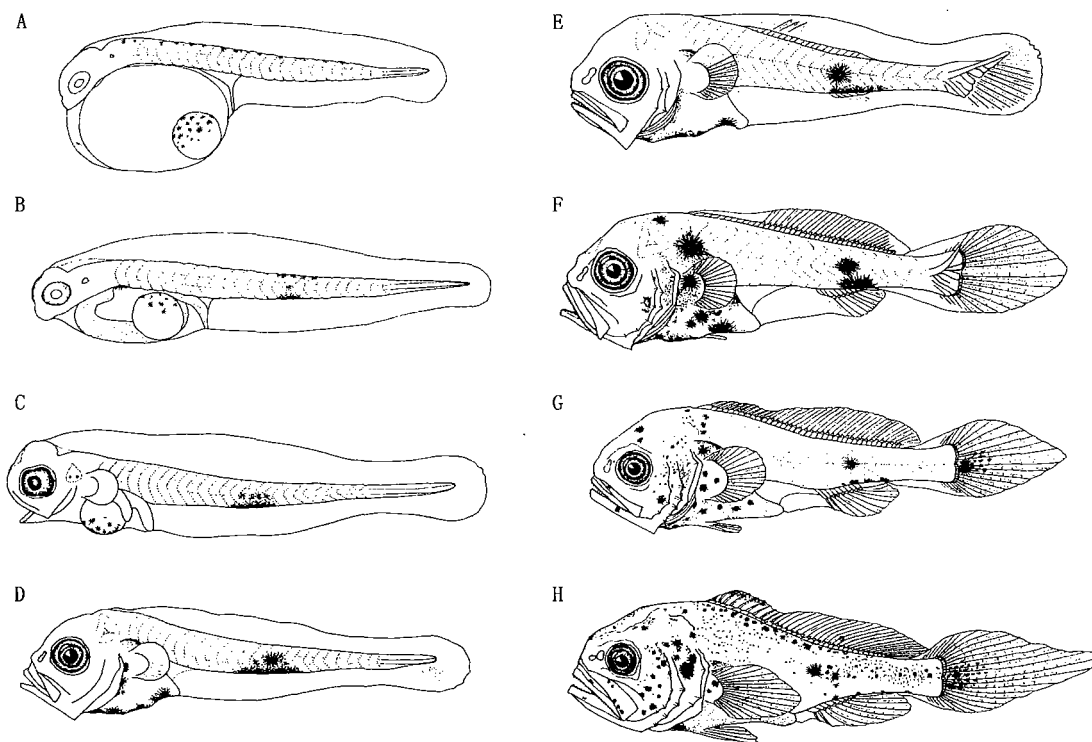


图2 鲩鱼仔稚鱼形态发育

Fig.2 Morphological development in *Miichthys miuiy* larva and juvenile

A:体长 1.92 mm; B:体长 2.60 mm; C:体长 3.22 mm; D:体长 3.64 mm; E:体长 5.10 mm;
F:体长 6.67 mm; G:体长 9.40 mm; H:体长 11.46 mm

2.3 体型发育

各发育阶段的体型随体长或头长的变化显示在图3中。体长小于7 mm时体高随体长的增加而增加,之后体高与体长具同步生长的趋势(图3-A);头长、肛门前长则随体长的增大而增大(图3-B,C);吻长和眼径均随头长的增大而减小(图3-D,E)。

3 讨论

3.1 仔稚鱼的发育阶段

鱼类早期发育史主要以卵(胚胎)期、仔鱼期和稚鱼期为研究对象。自 Hubbs^[22]提出将仔鱼划分为前期仔鱼(prelarva)和后期仔鱼(postlarva)以来,一直为国内外的学者使用,但仍存在着仔鱼期与变态期划分的混淆而无明显界限^[1,23-26],以致出现了同一个阶段使用了不同的定义,或者被划分成不同的发育阶段,产生了一些混乱。冲山^[27]对鱼类早期发育阶段的划分提出了一些新的观点,但也没能形成统一的规范。直到1984年 Kendall 根据形态和功能的特征,对鱼类早期发育的划分提出了新的定义,并被国际上公认而广泛采用^[28-30]。具体划分为:卵期(egg stage),即产卵到孵化,强调胚胎阶段。仔鱼期(larval stage),即孵化到完整的鳍条形成及鳞片开始出现。自孵化至卵黄囊消失,为卵黄囊仔鱼(yolk-sac larva),具一个提供营养的卵黄囊。基于大多数鱼类发育中具有伴随着脊索后端弯曲和尾下骨出现的基础特征,又可以将仔鱼期分成前弯曲期仔鱼(preflexion larva),即卵黄已经消失,脊索后端呈直线型;弯曲期仔鱼(flexion larva),即脊索后端开始向上弯曲,尾下骨出现,后缘与脊索倾斜;后弯曲期仔鱼

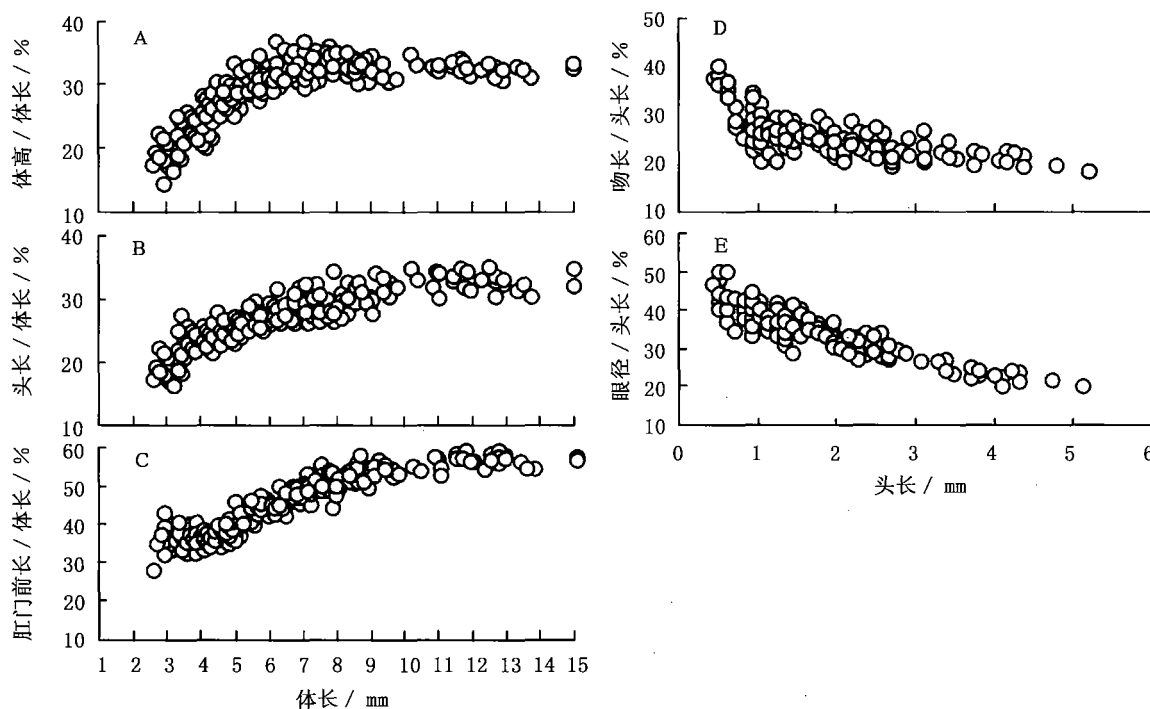


图3 鳊鱼仔稚鱼体型比例

Fig.3 Some body proportions in *Mùchthys mùuy* larvae and juveniles

(postflexion larva), 即尾下骨后缘已与脊索垂直。稚鱼期(juvenile stage), 即各鳍鳍条、鳍棘已经发育完全, 同时鳞片开始生长。

仔稚鱼鳍的发育、体型和运动能力的变化以及摄食能力的提高均和脊索后端的弯曲和尾下骨的出现紧密相关。运用 Kendall^[21]的早期发育划分标准, 在进行仔稚鱼的移动机制、保育场的利用、食物组成、日龄组成等综合性研究中, 更能详细地反映各发育阶段的生态特征, 可以为渔业资源补充量的研究、资源的保全和可持续利用提供科学而基础的依据。

3.2 石首鱼科鱼类仔稚鱼的比较

鳊鱼自卵黄囊期后阶段至稚鱼期均在尾部侧面以及腹面出现星状色素(图 2-B-H)。皮氏叫姑鱼、白姑鱼、大黄鱼、小黄鱼、棘头梅童鱼、黑鳃梅童鱼在早期发育阶段尾部中央腹面为 1 个或数个小点状色素^[1-3, 11], 而黄姑鱼属的种类(黄姑鱼、日本黄姑鱼、鳊状黄姑鱼、箕状黄姑鱼)在前弯曲期仔鱼和弯曲期仔鱼阶段, 虽然尾部中央侧面出现色素, 但尾部背腹缘也均有色素出现^[3-10]。由此可以看出石首鱼科鱼类仔稚鱼尾部的色素分布类型虽然依种而不同, 但均具有尾部中央腹缘出现点状或放射状色素的共同特征, 该特征可以确认为是石首鱼科鱼类仔稚鱼的最明显形态特征。

头部有粘液腔是石首鱼科鱼类的主要标志, 在成鱼分类中, 粘液腔后上方的枕骨棘有无是区别梅童鱼属和其它属鱼类的主要特征。在早期发育中, 许多石首鱼类头背部亦出现枕骨棘, 除棘头梅童鱼, 黑鳃梅童鱼的枕骨棘保留到成鱼以外, 鳊状黄姑鱼、大黄鱼、小黄鱼的枕骨棘则在成鱼阶段消失, 而鳊鱼、皮氏叫姑鱼、白姑鱼、黄姑鱼、日本黄姑鱼、箕状黄姑鱼的早期发育中并不出现枕骨棘(表 1), 由此可见, 枕骨棘的有无, 也是鉴别石首鱼科鱼类仔稚鱼的重要特征之一。伴随着发育, 枕骨棘保留还是消失, 是否与系统发育有关, 有待于综合所有石首鱼科鱼类的早期发育特征进行进一步探讨。

由表 1 可以看出, 石首鱼科鱼类初孵仔鱼的全长或体长存在着一些交叉, 但鳊鱼初孵仔鱼的全长仍具有其相对的独立性。尽管其与日本黄姑鱼、鳊状黄姑鱼相近, 但结合上述的尾部色素类型和枕骨棘的

有无可以进行鉴别。

表 1 石首鱼科鱼类仔稚鱼主要特征的比较

Tab.1 Main character comparisons among sciaenid larvae and juveniles

	早期发育的枕骨棘	尾部侧面色素	初孵仔鱼全长(mm)
鲈鱼	无	有	1.98 ~ 2.08
皮氏叫姑鱼	无	无	1.21 ~ 1.25
白姑鱼	无	无	2.38
箕作黄姑鱼	无	有	3.2
黄姑鱼	无	有	1.54
日本黄姑鱼	无	有	1.87 (BL)
鲈状黄姑鱼	有	有	2.12
大黄鱼	有	无	3.03 ~ 4.22
小黄鱼	有	无	3.30 ~ 3.50
黑鳃梅童鱼	有	无	3.3
棘头梅童鱼	有	无	2.30 ~ 2.40

综合上述,鲈鱼自卵黄囊期后阶段开始到稚鱼期,仅在尾部中央侧面和腹缘出现 1 个或多个星状的色素,为其它石首鱼科鱼类仔稚鱼所缺乏,是鲈鱼早期发育阶段最重要的形态特征,可以作为鉴别鲈鱼仔稚鱼的特征。

3.3 鳍发育的生态功能

鳍是鱼类的主要运动器官,在早期的生活史中,鳍的分化是仔鱼从一个环境到另一环境生存的保证。仔稚鱼期鳍的发育作为早期生活史的重要阶段,与栖息环境、摄食活动以及生活习性等有着密切关系。

仔鱼从卵黄囊期向前弯曲期转化期间是完成口、消化道、眼和鳍等器官功能的初步发育从而建立巡游模式的关键阶段,该阶段仔鱼由内源性营养逐渐过渡到外源性营养,在外部形态上发生与摄食、运动相关的器官发育的急剧变化。同时,其内部结构以及生理、生态习性也发生了相应的变化,而且由于仔鱼视觉、摄食、消化和运动器官的发育尚未完善,从而对外界环境条件尤其是饵料保障的变化特别敏感,这期间外界环境条件如果发生突变,仔鱼往往不能及时捕食到适口的饵料而出现高死亡率^[31]。鲈鱼在水温 24.6 ~ 24.9 °C 的条件下(图 1),2 日龄仔鱼即形成了口凹,肛门开口;4 日龄仔鱼开口,进入了前弯曲期阶段。即在短短的 4 d 时间内完成了从卵黄囊期向前弯曲期的转化,如果外源营养的补充量不足,将会出现大量的死亡。只有在新的环境条件下及时使鱼体内的机能进行调节,才能获得新的适应性。

体长 3.03 mm 的 4 日龄鲈鱼仔鱼进入前弯曲期,已出现了扇形胸鳍,并在体长 4.94 mm 完成了鳍条发育,从而增加了鱼体自身的巡游平衡能力。在体长 3.83 mm 时仔鱼的尾下骨原基开始形成,并出现尾鳍鳍条;至体长 6.65 mm,进入到后弯曲期阶段,尾下骨后缘已经与体轴垂直,鳍条完全形成。完备的尾鳍鳍条的作用,使仔鱼的巡游能力增大,此时正是鱼体的快速生长阶段(图 3-A ~ C),而各鳍发育的体长范围在 3.63 ~ 10.38 mm,进入稚鱼期完成了所有鳍的发育(图 2-E ~ H),所以在该阶段是否投以适宜的饵料,不仅决定着仔鱼能否完成鳍的发育而顺利度过后弯曲期仔鱼期,更重要的是决定着是否能顺利完成从后弯曲期仔鱼向稚鱼期的变态。从后弯曲期过渡到稚鱼期,游泳能力、摄食能力大为增加,而且个体生长发育速度的差异造成了个体大小的分化,是又一个高死亡率的时期^[32]。此时应及时调整饵料生物种类和密度,以满足稚鱼生长发育所需的营养需求。当然从早期外部形态发育去考虑其生态功能,仅仅是早期发育研究中的一部分,还有必要结合外界环境因素进行综合分析研究。充分了解鲈鱼仔稚鱼各时期的生态特点,深入探讨自然适应的器官分化和结构功能,对于提高鲈鱼苗种生产技术、充分利用苗种、维持自然条件下的资源量以及制定合理的培育措施都具有极为重要的意义。

在所采集的不同发育时期标本中,还发现了少数畸形,主要表现为最后的尾椎骨变形或出现双尾鳍

的现象,除了卵子的质量优劣的影响外,可能与水质、水温等环境因子的急剧变化、营养不良有关^[33,34]。具体的原因还有待于进行深入的研究,以确保苗种的质量。

本研究在采样过程中得到了浙江省海洋水产研究所西闪养殖场的所有工作人员的大力支持;在研究过程中得到了刘必林、张文杰、高轩婷、郑海杰的协助,在此特表衷心感谢!

参考文献:

- [1] 张仁斋,陆穗芬,赵传细,等.中国近海鱼卵与仔鱼[M].上海:上海科学技术出版社,1985.90-99.
- [2] 山田梅芳.東シナ海・黄海のさかな[M].長崎:水産庁西海区水産研究所,1986.194-213.
- [3] 木下泉.日本産稚魚圖鑑[M].東京:東海大学出版会,1988.498-503.
- [4] 雷霖霖,樊宁臣.黄姑鱼(*Nibea albiflora* Richardson)胚胎及仔、稚鱼形态特征的初步观察[J].海洋水产研究,1981,77-84.
- [5] 田原健,等.オオニベの種苗生産に關する研究I.親魚養成と採卵[J].水産増殖,1988,35(4):265-270.
- [6] 苏跃中,等.日本黄姑鱼人工繁殖及苗种培育技术的初步研究[J].海洋科学,1994,4:1-3.
- [7] Kentaro I. Early development of laboratory-reared giant croaker, *Nibea japonica* [J]. J Fac Agr Kyushu Univ, 1998,43(12):153-168.
- [8] 王波,张锡烈,曲秀家,等.日本黄姑鱼的生物学特征及苗种生产技术[J].海洋水产研究,2002,23(4):13-19.
- [9] 张其永,洪万树.福建沿海网箱养殖鲈状黄姑鱼的鉴别[J].福建水产,1997,2:6-10.
- [10] 吴鼎勋,洪万树,张其永.鲈状黄姑鱼的早期发育研究[J].台湾海峡,1998,17(2):149-155.
- [11] 沙学坤.大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 卵子和仔、稚鱼的形态特征[J].海洋科学集刊,1962,(2):31-48.
- [12] 苏跃中.大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 人工繁殖及育苗技术的研究[J].现代渔业信息,1997,12(5):24-26.
- [13] 刘家富.人工育苗条件下的大黄鱼胚胎发育及其仔、稚鱼形态特征与生态的研究[J].现代渔业信息,1999,14(7):20-24.
- [14] 严正凜.大黄鱼人工苗种生产技术[J].海洋科学,1999,307(6):16-18.
- [15] 朱振乐.大黄鱼人工育苗技术总结[J].水产学杂志,2000,13(1):30-33.
- [16] 方家仲,褚茂兵,肖勤,等.大黄鱼早期发育的形态学研究[J].实验与技术,2003,27(6):1-6.
- [17] 邵广昭,杨瑞森,陈康青,等.台湾海域鱼卵图鉴[M].台北:中央研究院动物研究所,2001:93.
- [18] 楼宝.鲈鱼的渔业生物学和人工繁养技术[J].渔业现代化,2004,6:11-13.
- [19] 钟俊生.中国农业百科全书[M].北京:农业出版社,1994.328-329.
- [20] 朱元鼎,罗汉林,伍汉霖.中国石首鱼类分类系统的研究和新属新种的叙述[M].上海:上海科学技术出版社,1963.1-100.
- [21] Kendall A W Jr, Ahlstrom E H, Moser H G. Early life history stages of fishes and their characters [A]. Ontogeny and systematics of fishes [M]. Am Soc Ichthyol Herpetol, Spec Publ, 1, 1984.11-22.
- [22] Hubbs C L. Terminology of early stages of fishes [J]. Copeia, 1943, 260.
- [23] 内田惠太郎,今井貞彦,水戸敏,等.日本産魚類の稚魚期の研究(第1集)[M].福岡:九州大学農學部水産学第二教室,1958,1-89.
- [24] 渡部泰輔,服部茂昌.魚類の發育階段の形態的區分とそれらの生態學的特征[J].さかな,7:54-59.
- [25] Balon E K. Terminology of intervals in fish development [J]. J Fish Res Bd Canada, 1975, 32:1663-1670.
- [26] Snyder D E. Terminologies for intervals of larval fish development [A]. Great Lakes fish egg and larvae identification: Proceedings of a workshop [M]. U. S. Fish Wildl Serv Biol Ser Prog, 1976. 41-58.
- [27] 冲山宗雄.稚魚の定義と型分け,稚魚分類學入門類[J].海洋と生物,1979,1:54-59.
- [28] 殷名称.鱼类早期生活史研究与其进展[J].水产学报,1991,15(4):348-356.
- [29] 丘台生.台湾的仔稚鱼[M].屏东:国立海洋生物博物馆筹备处,1999.12.
- [30] Leis J M, Carson-Ewart B M. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes [M]. Netherlands: Brill, 2000. 11.
- [31] 殷名称.鱼类仔鱼期的摄食和生长[J].水产学报,1995,19(4):335-342.
- [32] 殷名称.鱼类生态学[M].北京:中国农业出版社,1995.132-151.
- [33] Kanazawa A. Essential fatty acid and lipid requirement of fish [A]. Nutrition and feeding in fish [M]. Academic Press, London, 1985. 281-298.
- [34] Koumoundouros G, Gadliardi F, Divanach P, et al. Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. fry [J]. Aquaculture, 1997, 149:215-226.