

缪氏暗光鱼早期发育形态

万瑞景*, 卞晓东

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室,
山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 根据 1978—1986 年 4—6 月太平洋中部热带水域、西太平洋热带水域以及东海外海黑潮流域调查期间所采集到的缪氏暗光鱼仔稚鱼样品, 结合相关的文献资料, 详细描述了缪氏暗光鱼的个体发育形态, 旨在丰富我国鱼类早期生活史的研究内容并为今后鱼卵、仔稚鱼种类鉴定提供参考资料。缪氏暗光鱼卵子为圆球形、无色、透明的分离浮性卵。卵子表面被有一层特殊突起状的胶质膜, 卵子直径为 1.29~1.82 mm, 内卵膜直径为 0.87~1.17 mm。胶质突起的底部在卵膜的表面呈正六角形。单一油球, 直径为 0.22~0.28 mm。卵黄间隙非常狭小。卵黄表面呈泡状龟裂。胚胎发育过程没有色素出现。体长 2.80 mm 的前期仔鱼, 肛门位于体中部稍后, 可数肌节 $17+16=33$ 对, 鱼体上无色素分布。体长为 2.90 mm 的前期仔鱼, 眼球上开始出现黑色素细胞沉淀。体长为 5.90 mm 的后期仔鱼, 鳃泡形成, 后半部上方出现点状色素分布; 体长为 6.90 mm 的后期仔鱼, 出现 2 个 BR 发光器和 2 个 IV₂ 发光器。体长为 8.20 mm 的后期仔鱼, 鱼体上星状和点状黑色素增多, 出现 3 个 BR 发光器、OP₃ 发光器和 7 个 IV₂ 发光器。体长 10.70 mm 的稚鱼, 腹囊中部出现一系列星状黑色素, BR 发光器和 IV₂ 发光器的数量增多外又出现 1 个 ORB 发光器。体长 14.00 mm 的稚鱼, 颅顶至尾柄有许多大小不等的星状黑色素分布, 尾柄上的黑色素较为浓密, 整个腹囊散布点状黑色素, 又出现了 OP₁、OP₂、5 个 IV₁、5 个 OA、4 个 VAV、6 个 AC₂ 以及 6 个 AC₃ 发光器, 至此, 发光器发育还没完全。

关键词: 缪氏暗光鱼; 早期发育; 形态

中图分类号: Q 346; S 917.4

文献标志码: A

缪氏暗光鱼(*Maurolicus muelleri* Gmelin, 1788) 隶属于鲑形目(Salmoniformes)、褶胸鱼科(Sternoptychidae)、暗光鱼属(*Maurolicus* Cocco, 1838), 分布于红海、太平洋、大西洋和地中海的热带和温带水域, 新西兰、澳大利亚和日本有分布, 栖息于 150~1 317 m 水层, 属中深层大洋性鱼类之一, 我国主要产于东海大陆斜坡海域^[1], 南海北部大陆斜坡海域也有分布^[2]。

关于缪氏暗光鱼的早期发育形态, 早先的研究将日本海及其邻近海域的缪氏暗光鱼卵子鉴定

为一种隶属于鳕形目(Gadiformes)、长尾鳕科(Macrouridae)、长尾鳕属(*Macrurus* Bloch, 1786)鱼类的卵子(*Macrurus* sp.)^[3], 20 世纪 50 年代初期以前一直将它当成一种长尾鳕科鱼类的卵子^[4-5], 直到 20 世纪 50 年代末期才被确认为日本暗光鱼(*Maurolicus japonicus* Ishikawa, 1915)的卵子^[6]; 此后, 水户敏^[7-8]对日本近海已被确认为日本暗光鱼的卵子和前期仔鱼形态作过简要的描述; 冲山宗雄^[9]通过对日本不同海区暗光鱼类各鳍的鳍条数、第一鳃弓上的鳃耙数以及臀尾下腹发光器

收稿日期: 2012-01-10 修回日期: 2012-02-20

资助项目: 国家自然科学基金项目(31072216); 全球变化研究重大科学研究计划项目(2010CB951204); 国家重点基础研究发展规划项目(2011CB409805); 农业部黄渤海渔业资源环境科学观测实验站资助

通讯作者: 万瑞景, E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn

(AC)的数量等形态特征的比较,认为先前研究所确认和描述的日本暗光鱼^[6-8]是缪氏暗光鱼的同种异名(synonym)并对日本海的缪氏暗光鱼仔稚鱼形态作过详细报道; Okiyama^[10]对日本海的缪氏暗光鱼卵子和仔稚鱼数量分布有过报道; Ahlstrom^[11-12]对太平洋东部热带水域的缪氏暗光鱼仔稚鱼的数量分布和变化作过简要的报道; Williams等^[13]报道过大西洋“国际海洋气象站——India(the international weather station India, 59°00'N、19°00'W)”缪氏暗光鱼卵子和仔稚鱼的数量分布和季节变化; Robertson^[14-15]报道了新西兰海域的缪氏暗光鱼卵子和仔稚鱼的数量分布,同时简要描述了卵子表面特殊的突起状胶质膜的显微结构以及卵子和仔稚鱼的形态; Young等^[16]报道了澳大利亚塔斯马尼亚(Tasmania)东部大陆斜坡缪氏暗光鱼的性腺发育、繁殖力和产卵季节等繁殖生物学特性; 陆穗芬^[12]报道过南海北部大陆斜坡海域缪氏暗光鱼仔稚鱼的分布和体长为 9.70 mm 稚鱼的形态特征。

本研究根据 1978 年 4—5 月太平洋中部热带水域调查、1979 年 5—6 月西太平洋热带水域调查以及 1984 年 6 月和 1986 年 6 月东海外海黑潮流域调查所采集到的缪氏暗光鱼仔稚鱼样品,参照相关的文献资料,描述了缪氏暗光鱼的个体发育形态,旨在丰富我国鱼类早期生活史的研究内容并为以后相关的海洋生态调查的鱼卵、仔稚鱼种类鉴定提供参考资料。

1 材料与方 法

1978 年 4—5 月“向阳红 05”科学考察船对太平洋中部 16°55'S—5°13'N、170°09'W—130°00'E 热带水域(设置 44 个调查站位)、1979 年 5—6 月“实践号”科学考察船对西太平洋 10°00'S—5°00'N、169°30'~175°00'E 热带水域(设置 32 个调查站位)以及 1984 年 6 月和 1986 年 6 月“向阳红 09”科学考察船对东海外海 25°00'~33°00'N、120°28'~128°00'E 黑潮流域(分别设置 9 个断面、共 203 个调查站位)进行综合调查。鱼卵和仔稚鱼的种类组成和数量分布是调查的主要内容之一。样品的采集按照《海洋调查规范》(GB12763.1-7-91)采用孔径为 0.505 mm(36GG)筛绢制成的大型浮游生物网(网口内径 80 cm、长 270 cm、网口面积为 0.5 m²)按照

每航次预先设置的定点调查站位逐站进行垂直拖网,水深小于 200 m 的调查站,从底到海面垂直拖网取样一次;水深大于 200 m 的调查站,自水深 200 m 处至海面垂直拖网取样一次,拖网速度大约为 1 m/s。采集的样品用 5%甲醛海水溶液固定保存。每航次调查结束后,从所采集的样品中挑拣出仔稚鱼,实验室内在生物解剖镜下对各个站的仔稚鱼样品进行种类鉴定、个体计数、发育阶段判定、形态特征观察并绘制个体发育形态图。缪氏暗光鱼仔稚鱼的鉴定依照上述的文献资料为依据。由于调查期间没有采集到缪氏暗光鱼的卵子和前期仔鱼样品,为了全面反映缪氏暗光鱼的早期发育形态,对其早期发育过程的完整认识,实验中引用了冲山宗雄^[9]和 Robertson^[15]所描述的缪氏暗光卵子表面特殊的突起状胶质膜的显微结构以及参考了 Robertson^[14]所描述的缪氏暗光鱼卵子的形态,简要引述了水戸敏^[8]描述的缪氏暗光鱼卵子和前期仔鱼的形态特征,保证了其早期发育资料的连续性和完整性。

缪氏暗光鱼具有发光器这一特殊的器官,为了便于描述仔稚鱼发光器的发育,引用了 Grey^[17]描述的缪氏暗光鱼发光器的名称与分布(图 1)。

2 结果与分析

2.1 卵子与前期仔鱼形态特征的引述

卵子 水戸敏^[8]报道,缪氏暗光鱼卵子为圆球形、无色、透明的分离浮性卵。卵子表面被有一层特殊突起状的胶质膜,其内有内卵膜,整个卵子的直径为 1.29~1.82 mm,内卵膜的直径为 0.87~1.17 mm。胶质突起的底部在卵膜的表面呈正六角形,整个卵子的卵膜表面约有 158 个六角形花纹。单一油球,直径为 0.22~0.28 mm。卵黄间隙非常狭小。卵黄表面呈泡状龟裂。胚胎发育过程没有色素出现(图 2-a)。冲山宗雄^[9]报道,直径为 1.43 mm 的卵子,内卵膜表面上每个六角形花纹的对角距离(a-b)大约为 0.25 mm,胶质突起的顶端到内卵膜表面的高度(a-c)即外层胶质膜的最大厚度大约为 0.22 mm,外层胶质膜最薄处的厚度(d-e)大约为 0.03 mm(图 2-b)。Robertson^[15]描述的直径为 1.36 mm 的卵子表面特殊的突起状胶质膜的显微结构(图 2-c)。

①陆穗芬. 鱼卵仔鱼[C]//国家水产总局南海水产研究所:南海北部大陆斜坡海域渔业资源综合报告. 1981 (7): 1-46.

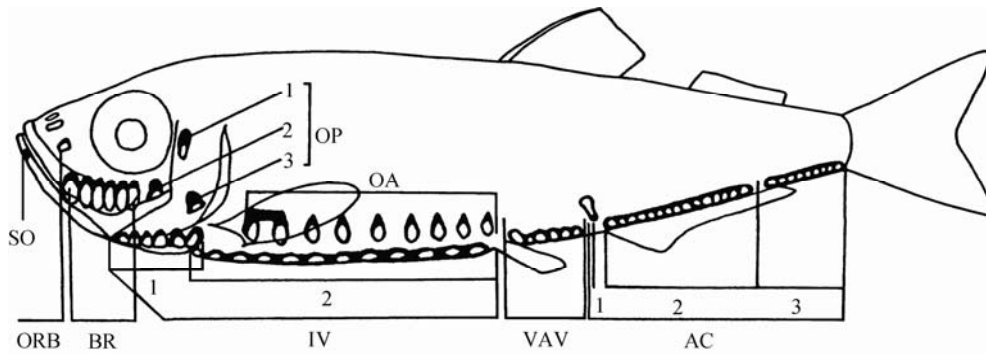


图 1 缪氏暗光鱼发光器名称及其分布示意图^[17]

SO: 颏区发光器(下颌联合后方的发光器), ORB: 围眶发光器(在眼眶周围的发光器), BR: 鳃盖条区发光器(鳃盖条上的一系列发光器), OP: 鳃盖发光器, OA: 前躯下侧发光器(体下侧从鳃盖后缘到腹鳍起点间的发光器), IV: 前驱下腹发光器(体腹面从峡部前方到腹鳍起点间的发光器), VAV: 后躯下腹发光器(体腹部从腹鳍起点到臀鳍起点间的发光器), AC: 臀尾下腹发光器(体腹部从臀鳍起点到尾柄后部间的发光器)。

Fig. 1 Terminology of the photophores and their distribution in *M. muelleri* (Gmelin, 1788)^[17]

SO: a pair often found near the symphysis of the low jaw; ORB: those situated close to the eye; BR: organ on the branchiostegal membrane; OP: opercular photophorse; OA: photophores of the lateral series; IV: pre-ventral photophores of the ventral series; VAV: those of ventral series found between the ventral bases and anal origin; AC: photophrooes of the anal fin origin to the posterior part of the caudal peduncle.

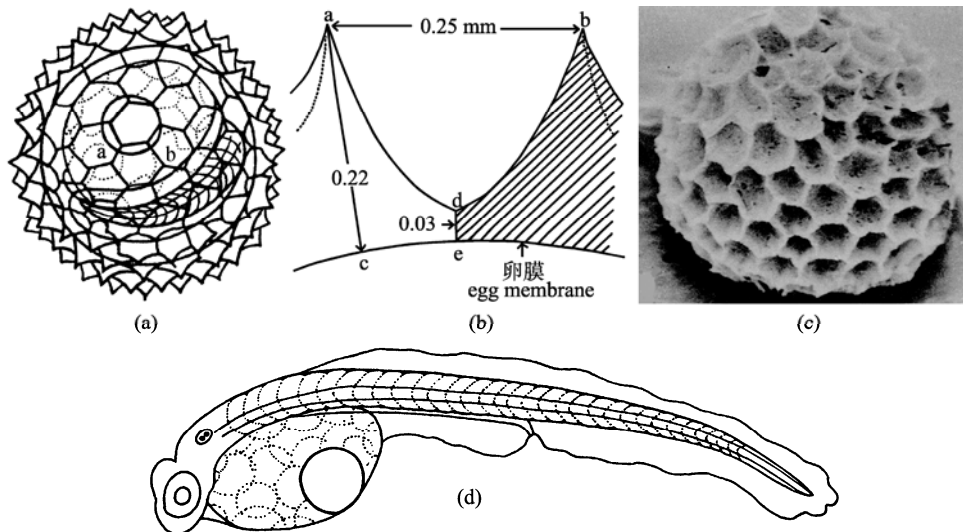


图 2 缪氏暗光鱼卵子和前期仔鱼

(a) 卵子^[8]; (b) 卵子表面突起状胶质膜示意图^[9]; (c) 卵子表面突起状胶质膜的显微结构^[15]; (d) 体长 2.80 mm 前期仔鱼^[8]。

Fig. 2 Egg and prelarval stages of *M. muelleri* (Gmelin, 1788)

(a) egg stage^[8]; (b) close section of surface layer of gelatinous nature^[9]; (c) egg surface microstructure of gelatinous nature^[15]; (d) prelarval stage, 2.80 mm in standard length^[8].

前期仔鱼 神谷尚志^[3]报道, 初孵仔鱼的全长为 2.80 mm。水戸 敏^[8]报道, 体长 2.80 mm 的前期仔鱼, 背部、腹部和尾部的鳍膜均较低, 消化管细长, 肛门位于体中部稍后, 可数肌节 17+16=33 对, 鱼体上无色素分布(图 2-d)。

2.2 仔稚鱼形态特征

后期仔鱼 体长 8.20 mm 的后期仔鱼, 鱼体较高、侧扁、延长。吻钝尖, 两颌等长, 口裂达

眼中央稍前的下方。吻长为头长的 31.80%, 前额平坦。鼻孔一个, 呈长圆形, 位于吻部的中间。眼略呈长圆形, 水平直径为头长的 33.30%。背鳍鳍膜低, 背鳍基初步形成。臀鳍基本形成, 有鳍条 12~14 根, 其后仍有窄的鳍膜, 胸鳍小扇状, 尾鳍浅叉形, 腹囊长形, 消化管较粗, 直肠细、短, 肛门位于体中央稍后, 距吻端的距离为体长的 56.25%。鳔泡长圆形, 位于消化管中部的上方。听囊后上方出现 4 个星状

黑色素, 腹囊上方有点状黑色素和2个星状黑色素, 鳃泡上半部的点状黑色素较浓密, 其余各部位无色素分布。发光器的分布, BR: 3个; OP: 1个(OP₃); IV₂: 7个。脊索末端向上弯曲, 可数肌节15+16对(图3-a)。体长9.40 mm的后期仔鱼, 外形更显细长, 体微侧扁, 尾部细长。头部中等大, 头长为体长的23.50%。吻钝尖, 两颌约等长, 口裂有所加深, 达眼中央后下方, 吻长为头长的28.60%。眼仍长圆形, 水平直径为头长的34.40%。鼻孔一个, 呈长圆形。

肛门距吻端的距离为体长的56.14%。背鳍基本形成, 前、后鳍膜还存在, 有鳍条7根。臀鳍有鳍条17根, 其后的鳍膜还没完全消失。腹鳍出现, 呈小牙状, 鳍条短, 位于背鳍起点稍前的下方。胸鳍圆扇状, 有鳍条12~13根。色素分布没有大的变化。发光器的分布, BR: 4个; OP: 1个(OP₃); IV₂: 8个和AC₂: 1个。脊索末端向上弯曲(图3-b)。体长10.30 mm的后期仔鱼, 与前期个体比较, 头部增大, 鼻孔出现凹陷。眼仍为长圆形, 水平直径为头长的30.50%。腹囊较前

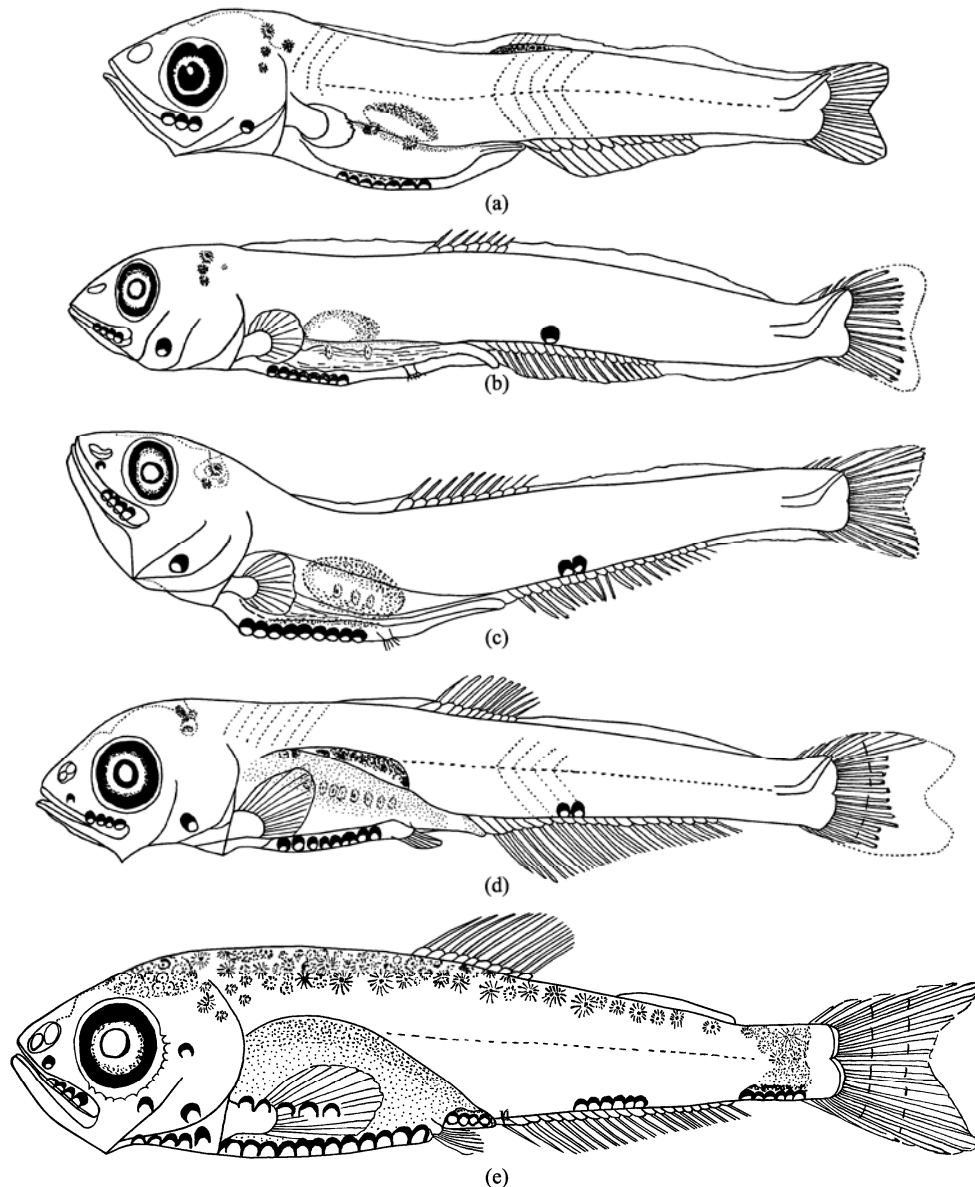


图3 缪氏暗光鱼仔稚鱼

(a)体长8.20 mm后期仔鱼; (b) 体长9.40 mm后期仔鱼; (c) 体长10.30 mm后期仔鱼; (d) 体长10.70 mm稚鱼; (e) 体长14.00 mm稚鱼。

Fig. 3 Postlarval and juvenile stages of *M. muelleri* (Gmelin, 1788)

(a) postlarval stage, 8.20 mm in standard length; (b) postlarval stage, 9.40 mm in standard length; (c) postlarval stage, 10.30 mm in standard length; (d) juvenile stage, 10.70 mm in standard length; (e) juvenile stage, 14.00 mm in standard length.

期粗大, 直肠仍细短。背鳍有鳍条 10 根, 前、后仍有鳍膜存在。臀鳍有鳍条 20 根。胸鳍圆扇状, 有鳍条 14 根。腹鳍出现 5 根短的鳍条。黑色素分布变化不大。发光器的分布, ORB: 1 个; BR: 4 个; OP: 1 个(OP₃); IV₂: 9 个和 AC₂: 2 个(图 3-c)。

稚鱼 体长 10.70 mm 的稚鱼, 外形变化不大, 头中等大, 头长为体长 24.30%。眼圆形, 眼径大于吻长, 为头长的 1/3。鼻孔分化成 2 个, 位于吻部中间。背鳍前后的鳍膜还存在, 有鳍条 10 根。臀鳍有鳍条 20 根, 后端的鳍膜消失。胸鳍圆扇形, 有鳍条 14 根。腹鳍鳍条 7 根。尾鳍叉形。听囊后上方有 3 个黑色素, 腹囊中部有一列(7~8 个)星状黑色素。腹囊上半部散布点状黑色素, 鳔泡上的黑色素较为浓密, 其余各部位无色素分布。发光器的分布如下, ORB: 1 个; BR: 4 个; OP: 1 个(OP₃); IV₂: 9 个和 AC₂: 2 个, 脊索末端向上弯曲(图 3-d)。体长 14.00 mm 的稚鱼, 外形变化较大, 已初步具备成鱼的外部形态特征。鱼体略高而侧扁, 头长为体长的 29.30%。吻较尖。鼻孔分化成 2 个, 呈小圆形。腹囊较大, 肛门距吻端的距为体长的 58.60%。背鳍鳍条 10 根, 背鳍前的鳍膜消失, 后端的鳍膜与背鳍分离, 形成第二背鳍膜。臀鳍鳍条 22 根。胸鳍位低, 靠近腹缘, 呈长扇形, 有鳍条 14 根。腹鳍较小, 有短鳍条 8 根。尾鳍叉形。颅顶至尾柄有许多大小不等的星状黑色素分布, 尾柄上的黑色素较为浓密, 整个腹囊散布点状黑色素。发光器的分布, ORB: 1 个; BR: 4 个; OP: 3 个(OP₁, OP₂ 和 OP₃); IV₁: 5 个; IV₂: 12 个; OA: 5 个; VAV: 4 个; AC₂: 6 个以及 AC₃: 6 个(图 3-e)。

3 讨论

3.1 卵子的大小比较

有关缪氏暗光鱼卵子的大小, 神谷尚志^[3]报道的日本海的当时被鉴定为一种长尾鲱鱼类(*Macrurus* sp.), 后经冲山宗雄^[9]订正为缪氏暗光鱼的卵子直径为 1.60 mm, 内卵膜直径为 1.00 mm, 油球直径为 0.25 mm; 符合水戸敏^[8]报道的日本近海的当时被鉴定为日本暗光鱼、后经冲山宗雄^[9]订正为缪氏暗光鱼卵子(直径为 1.29~1.82 mm、内层卵膜直径为 0.87~1.17 mm、油球直径 0.22~0.28 mm)的大小。根据 Robertson^[14]报道的新西兰海域的缪氏暗光鱼卵子, 我们推算出卵子的直径为 1.88 mm, 内卵

膜的直径为 1.04 mm, 油球的直径为 0.28 mm。可见, 新西兰海域的缪氏暗光鱼的卵子大小有可能比日本海和日本近海海域的缪氏暗光鱼偏大。

缪氏暗光鱼的卵子被有一层突起状的六角形胶质膜^[8, 15], 这一特殊的形态特征在众多的硬骨鱼类中是比较罕见的^[8, 18-19], 根据这一特殊的形态特征很容易将缪氏暗光鱼的卵子与其他种类的卵子区分出来。

3.2 黑色素和发光器的发育

缪氏暗光鱼卵子发育期间没有色素出现^[8]。冲山宗雄^[9]报道, 日本海的缪氏暗光鱼, 体长为 2.90 mm 的前期仔鱼, 眼球上开始出现黑色素细胞沉淀; 体长为 5.90 mm 的后期仔鱼, 鳔泡后半部上方出现点状色素分布; 体长 7.50 mm 的后期仔鱼, 听囊处出现 3 个星状黑色素, 腹囊中部以后的上缘出现点状黑色素分布; 体长 13.00 mm 的稚鱼, 听囊周围点状和小星状的黑色素增多、头后的体侧以及尾柄上出现星状黑色素分布, 整个腹囊散布有点状黑色素, 各发光器周围有点状黑色素分布; 体长 17.60 mm 的稚鱼, 听囊周围以及头后的体侧点状和星状的黑色素较为浓密, 背鳍下方的体侧有一排星状黑色素分布以及尾柄上的星状黑色素较为浓密。

本实验所观察的样品的黑色素发育和分布趋势与冲山宗雄^[9]所描述的日本海缪氏暗光鱼基本相似, 惟一区别的是实验样品的腹囊中部有一列星状黑色素分布, 而这一形态特征与 Robertson^[14]描述的新西兰海域体长为 11.50 mm 和 14.52 mm(作者推算出的结果)的缪氏暗光鱼稚鱼极为相似。陆穗芬^[1]报道的南海北部大陆斜坡海域体长为 9.70 mm 的缪氏暗光鱼稚鱼, 除了晶体和视囊上出现黑色素沉淀外, 鱼体其他部位没出现色素分布。由此可见, 缪氏暗光鱼早期发育期间黑色素的发育是比较晚的, 大多数硬骨鱼类如河口鱼类松江鲈(*Trachidermus fasciatus* Heckel, 1840)、鲮(*Mugil cephalus* Linnaeus, 1785)、鲮(*Liza haematocheila* Temminck et Schlegel, 1933)、东方鲀鱼类(*Takifugu* spp.)等、沿岸鱼类青鳞沙丁鱼(*Sardinella zunasi* Bleeker, 1854)、沙氏下鱈鱼(*Hyporhamphus sajori* Temminck et Schlegel, 1846)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus* Richardson, 1844)、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus* Houttuyn, 1782)、银鲳(*Pampus argenteus* Euphrasen, 1788)、鬼鲉(*Inimicus japonicus* Temminck et Schlegel, 1829)、短

吻红舌鳎(*Cynoglossus joyneri* Günther, 1878)、半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis* Günther, 1873)等、近海鱼类鳀(*Engraulis japonicus* Temminck et Schlegel, 1846)、斑鱗(*Konosirus punctatus* Temminck et Schlegel, 1846)、大头狗母鱼(*Trachinocephalus myops* Bloch et Schneider, 1801)、长条蛇鲻(*Saurida elongate* Temminck et Schlegel, 1846)、多齿蛇鲻(*Saurida tumbil* Bloch, 1775)、油鲷(*Sphyræna pinguis* Günther, 1874)、花鲈(*Lateolabrax japonicus* Cuvier et Valenciennes, 1828)、多鳞鱈(*Sillago sihama* Forskål, 1775)、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi* Temminck et Schlegel, 1844)、短尾大眼鲷(*Priacanthus macracanthus* Cuvier et Valenciennes, 1829)、条尾绯鲤(*Unpenus bensasi* Temminck et Schlegel, 1842)、带鱼(*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758)、鲈(*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782)、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius* Cuvier, 1831)、鲷(*Platycephalus indicus* Linnaeus, 1758)、短鳍红娘鱼(*Lepidotrigla micropterus* Günther, 1873)、褐牙鲆(*Paralichthys olivaceus* Temminck et Schlegel, 1846)、角木叶鲆(*Pleuronichthys cornutus* Temminck et Schlegel, 1846)、高眼鲆(*Cleisthenes herzensteini* Schmidt, 1904)以及大洋性鱼类鳀鳅(*Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758)、鲳(*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758)和东方狐鲳(*Sarda orientalis* Temminck et Schlegel, 1844)等, 胚胎发育期间或在晶体和视囊上、或在胚体上、或在油球上、或在卵黄囊表面上、或在晶体、视囊、胚体、油球和卵黄囊表面上已出现数量不等的点状或星状黑色素分布^[8, 18-19]。

缪氏暗光鱼仔稚鱼发光器的发育, 冲山宗雄^[9]描述的日本海缪氏暗光鱼, 体长为 6.90 mm 的后期仔鱼已出现 2 个 BR 发光器和 2 个 IV₂ 发光器; 体长为 10.10 mm 的后期仔鱼, BR 发光器和 IV₂ 发光器的数量增多外, 新出现 1 个 ORB、OP₃, 2 个 AC₂ 和 2 个 AC₃ 发光器; 体长 13.00 mm 的稚鱼, 又新出现 OP₁、OP₂, 5 个 IV₁, 3 个 OA 和 4 个 VAV 发光器; 体长 20.80 mm 的稚鱼, 又出现了 1 个 SO 发光器和 1 个 AC₁ 发光器, 已具备了成鱼所有的发光器, 只是各发光器的数量还没达到成鱼的数量。Robertson^[14]描述的新西兰海域缪氏暗光鱼, 体长 7.38 mm (作者推算的结果) 的后期仔鱼已出现了 2 个 BR 发光器和 2 个 IV₂ 发光器; 体长 11.50 mm 的稚鱼, BR 发光器和 IV₂ 发光器的数量增多外, 新出

现了 1 个 ORB、OP₁、OP₂、OP₃, 2 个 VAV, 4 个 AC₂ 和 3 个 AC₃ 发光器; 体长 14.52 mm 的稚鱼, 又新出现 5 个 IV₁ 和 3 个 OA 发光器; 体长 28.22 mm 稚鱼, 又出现了 1 个 SO 发光器和 1 个 AC₁ 发光器, 与日本海缪氏暗光鱼一样具备了成鱼所有的发光器, 只是各发光器的数量还没达到成鱼的数量。我们观察的样品, 体长 8.20 mm 的后期仔鱼(最小个体), 已出现 3 个 BR 发光器、OP₃ 发光器和 7 个 IV₂ 发光器; 体长 10.30 mm 的后期仔鱼, 新出现了 1 个 ORB 发光器; 体长 14.00 mm 的稚鱼(最大个体), 又出现了 OP₁、OP₂, 5 个 IV₁, 5 个 OA, 4 个 VAV, 6 个 AC₂ 以及 6 个 AC₃ 发光器, 至此, 发光器还没发育完全。陆穗芬^①报道的南海北部大陆斜坡海域体长为 9.70 mm 的缪氏暗光鱼稚鱼, 已有 3 个 BR 发光器和 5 个 IV₂ 发光器。可见, 缪氏暗光鱼的 BR 发光器和 IV₂ 发光器发育最早, OP₁、OP₂、IV₁、OA 和 VAV 发光器发育较晚, SO 发光器和 AC₁ 发光器发育最晚。

综上所述, 不同海区的个体, 黑色素和发光器的发育在个体大小、黑色素形状、发光器发育顺序以及各发光器数量存在一定的差异, 这可能与不同的地理种群以及各海区的生态环境的不同有一定的关系。

3.3 产卵期及卵子、仔稚鱼的分布

缪氏暗光鱼的产卵期, 新西兰海域为冬末至夏初的 8—3 月, 产卵时间为中午前后, 主要在 250 m 以下水层产卵, 卵子多分布于 100~500 m 水层, 以 250~500 m 水层的数量最多, 出现鱼卵分布的水温为 9.0~15.5 °C, 出现仔稚鱼分布的水温为 13.0~22.0 °C, 鱼卵和仔稚鱼广泛分布于新西兰海域^[14]; 在澳大利亚塔斯马尼亚东部大陆斜坡, 缪氏暗光鱼的产卵期也是冬末至夏初(8—月)^[16]; 太平洋东部热带水域, 1967 年 2—3 月缪氏暗光鱼仔稚鱼主要分布于赤道附近 5°N-5°S、80°-112°W 热带水域, 43 站(网)共采集到 264 尾仔稚鱼, 平均每站(网)的数量为 6.1 尾^[11], 1967 年 8—9 月, 47 站(网)共采集到 773 尾仔稚鱼, 平均每站(网)的数量为 16.4 尾, 远远高于 1967 年 2—3 月的平均数量^[12], 说明太平洋东部热带水域的缪氏暗光鱼, 2—3 月处于产卵的初期, 8—9 月为产卵的高峰期; 日本海缪氏暗光鱼的产卵期为 3—11 月, 产卵盛期为 8 月下旬—9 月上旬^[10]; 大西洋“国际海洋气象站——India”, 缪氏暗光鱼的产卵时间为 4 月上旬至 10 月上旬, 卵子

主要分布于水温为 8.8~10 °C 的 100~500 m 水层, 产卵高峰发生在 6 月上半月, 1971 年 3 月 31 日—10 月 6 日与 1972 年 3 月 24 日—10 月 11 日卵子的平均密度分别为 0.14 粒/m³ 和 0.12 粒/m³, 1971 年 6 月—7 月在 180 m 水层、1972 年 5 月在 100 m 水层以及 1972 年 6 月在 200 m 水层分别出现卵子密度达 5.0 粒/m³ 的最大密度分布区, 1971 年 9 月在 30 m 水层出现密度达 20 尾/m³ 的仔稚鱼密集分布区^[13]; 在南海北部大陆斜坡海域, 繆氏暗光鱼仔鱼的出现时间为 5—6 月, 分布于 200~554 m 水层, 仔鱼出现的表层水温为 27.66~28.87 °C, 表层盐度为 33.94~34.02^[2]; 我们的样品为 1978—1986 年的 4—6 月期间采集到, 不能确定分布于太平洋中部热带水域、西太平洋热带水域以及东海外海黑潮流域的繆氏暗光鱼的产卵期。

虽然目前还不能准确地确定太平洋中部热带水域、西太平洋热带水域以及东海外海黑潮流域的繆氏暗光鱼的产卵期, 但是, 以上的讨论反映出同在南半球的新西兰和澳大利亚两个不同水域的繆氏暗光鱼的产卵季节基本一样, 都在冬末至夏初的 8—3 月, 产卵期长达 8 个月; 太平洋东部热带水域以及北半球的日本海、大西洋“国际海洋气象站——India”, 繆氏暗光鱼的产卵季节有所不同, 随着地理纬度的升高, 3 个不同地理纬度海域的产卵时间依次向后推迟一个月左右; 太平洋东部热带水域和日本海水域的产卵季节为冬末至秋季, 产卵期长达 8—9 个月, 产卵高峰发生在 8—9 月期间, 高峰期比较短; 地理纬度最高的大西洋“国际海洋气象站——India”, 产卵季节为春季至秋季, 产卵期为 7 个月, 产卵高峰发生在 6 月上半月, 高峰期也比较短。不管是南半球水域、赤道附近热带水域还是北半球水域, 都反映出繆氏暗光鱼是产卵时间比较长的种类之一。卵子的分布水层, 南半球的新西兰海域与北半球的大西洋“国际海洋气象站——India”都分布于 100~500 m 水层, 说明不同水域、不同地理种群的繆氏暗光鱼的产卵习性非常相似。

参考文献:

- [1] 孟庆闻, 苏锦祥, 繆学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 陆穗芬. 南海北部大陆斜坡海域深海鱼类仔稚鱼的分布[C]//鱼类学论文集. 第四辑. 北京: 科学出版社, 1985: 171-185.

- [3] 神谷尚志. 館山湾ニ於ケル浮游性魚卵並ニ其稚児[J]. 水講試報, 1916, 11(5): 1-92.
- [4] 内田惠太郎. 魚卵の生態[J]. 海洋の科学, 1941, 1(3): 9-16.
- [5] 伊東祐方, 山口和春, 伊藤勝千代. 日本海北部に於ける洄游性魚類の資源調査, 第一報[J]. 日水研報, 1951, (1): 1-40.
- [6] 西村三郎. 日本近海産“マクルラス卵”の分類学的所属について[J]. 日水研年報, 1957, (3): 1-11.
- [7] 水戸 敏. 日本近海に出現する浮游性魚卵-I. ニシン亜目, サベヒー亜目, ワニトカグギス亜目, ハグカイワシ目, ウナギ目, ダツ目およびヨシウオ目[J]. 九州大学農学部学芸雑誌, 1961, 18(3): 285-310.
- [8] 水戸 敏. 日本海洋プランクトン図鑑 第 7 卷, 魚卵・稚魚[M]. 東京: 蒼洋社, 1966.
- [9] 沖山宗雄. 日本海におけるキュウリエソの初期生活史[J]. 日水研報告, 1971, (23): 21-53.
- [10] Okiyama M. Abundance and distribution of eggs and larvae of a Sternoptychid fish, *Maurolicus muelleri*, in the Japan Sea, with comments on the strategy for successful larval life[J]. Rapp P-v Réun Cons Perm Int Explor Mer, 1981, 178: 246-247.
- [11] Ahlstrom E H. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific, based on collections made on Eastropac I[J]. Fishery Bulletin, 1971, 69(1): 3-77.
- [12] Ahlstrom E H. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific on the second multivessl Eastropac survey, and observations on the annual cycle of larvae abundance[J]. Fishery Bulletin, 1972, 70(4): 1153-1242.
- [13] Williams R, Hart P J B. Vertical and seasonal variability of fish eggs and larvae at ocean weather station “India”[M]// Blaxter J H S, ed. The early life history of fish. Berlin: Springer-Verlag, 1974: 233-243.
- [14] Robertson D A. Planktonic stages of *Maurolicus muelleri* (Teleostei: Sternoptychidae) in New Zealand waters[J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1976, 10(2): 311-328.
- [15] Robertson D A. Possible functions of surface structure and size in some planktonic eggs marine fishes[J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1981, 15(2): 147-153.
- [16] Young J W, Blaber S J M, Rose R. Reproductive biology of three species of midwater fishes associated with the continental slope of eastern Tasmania, Australia[J]. Marine Biology, 1987, 95: 323-332.
- [17] Grey M. A preliminary review of the family Gonostomatidae, with a key to the genera and the description of a new species from the tropical Pacific[J]. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University, 1960, 122(2): 57-125.
- [18] 沖山宗雄. 日本産稚魚図鑑[M]. 東京: 東海大学出版会, 1988.
- [19] 赵传綱, 张仁斋. 中国近海鱼卵与仔鱼[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.

Morphological development of early stages of *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1788)

WAN Rui-jing*, BIAN Xiao-dong

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-environment, Shandong Province, Qingdao 266071, China)

Abstract: Based on the analysis of *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1788) larvae and juveniles samples collected during the oceanographical expedition cruises which were conducted in central and western tropical Pacific and the Kuroshio extension regions in the East China Sea, from April to June during 1978 to 1986, and combined with the related literature, this paper described the morphological characteristics of the eggs, larvae and juveniles of *M. muelleri* in detail. It aims to enrich the knowledge on the early life history stage of fishes in China and to provide available information to resolve taxonomic problems of this specie. The egg of the *M. muelleri* is buoyant, colorless, and spherical in shape. The egg membrane is uniquely sculptured, with the envelope considerably thickened and drawn up into hexagonally arranged points. The diameter of the egg ranges from 1.29 to 1.82 mm. And the inner diameter of the egg envelope ranges from 0.87 to 1.17 mm. The egg has a single oil globule measuring 0.22 to 0.28 mm, and with a narrow perivitelline space. The yolk is coarsely segmented. The pigmentation was lacking on the embryo during the embryogenesis. Prelarva, 2.80 mm in total length (TL): the anus was located just behind the yolk sac, somewhat posteriorly to the middle of the body. The number of the myomeres was 17+16=33. The pigmentation was still lacking on its body. Prelarva, 2.90 mm in TL: the melanophores begin to scatter on the optic vesicle. Postlarva, 5.90 mm in TL: the air-bladder well developed with its upper posterior part scattered with pigment spots. Postlarva, 6.90 mm in TL: 2 BR and 2 IV₂ photophores were apparent. Postlarva, 8.20 mm in TL: the black pigment spots on the upper posterior part of the air-bladder were becoming increasingly pigmented. Otherwise, 3 BR, OP₃ and 7 IV₂ photophores were apparent. Juvenile, 10.70 mm in TL: a pigment stripe was scattered on central of the ventral sac. The number of BR and IV₂ photophores increased; otherwise, 1 ORB photophore was apparent. Juvenile, 14.00 mm in TL: some black star-shaped pigmentation that varied in size were scattered on the dorsal surface of its body from the top of the head to the caudal peduncle. Dense melanophores on the caudal peduncle were observed. The entire ventral sac was scattered with black pigment spots. OP₁, OP₂, 5 IV₁, 5 OA, 4 VAV, 6 AC₂ and 6 AC₃ photophores were apparent. However, till then the photophores system has not well-developed.

Key words: *Maurolicus muelleri* Gmelin, 1788; development of early stages; morphology

Corresponding author: WAN Rui-jing. E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn