

明灯鱼属鱼类仔稚鱼的种类鉴别、发育形态及其分类检索

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: 为研究东海明灯鱼属鱼类仔稚鱼的发育形态与分类特征, 为以后相关的海洋生态调查的仔稚鱼种类鉴定提供参考资料, 实验以相关的明灯鱼属仔稚鱼形态与分类特征文献为依据, 对1984年4—7月、1984年12月—1985年1月和1985年4—6月东海外海黑潮流域调查采集到的明灯鱼属鱼类的仔稚鱼样品进行分类和鉴定。结果共鉴定出了西明灯鱼、印明灯鱼和朗明灯鱼3种仔稚鱼, 观察和描述了其个体的发育形态并构建了简要的种类分类检索表。结果表明, 3种明灯鱼仔稚鱼在发育过程中臀鳍上方体侧的腹缘具有一列菊花状的黑色素分布, 这是明灯鱼属仔稚鱼共有的形态特征之一; 西明灯鱼仔稚鱼下颌端有一短的颌须, 体侧中部有一丛大的枝状或星状或放射状或小型菊花状的黑色素分布; 印明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼下颌端无颌须, 体侧中部无黑色素分布, 印明灯鱼仔稚鱼下颌骨前端有一个黑色素细胞分布, 而朗明灯鱼仔稚鱼下颌骨前端无黑色素细胞分布。

关键词: 明灯鱼属; 仔稚鱼; 种类鉴别; 形态特征; 分类检索

中图分类号: Q 178.1; S 917.4

文献标志码: A

明灯鱼属 (*Diogenichthys* Bolin, 1939) 鱼类隶属于灯笼鱼目 (Myctophiformes)、灯笼鱼科 (Myctophidae), 全球共有西明灯鱼 [*Diogenichthys atlanticus* (Tåning, 1928)]、印明灯鱼 (*Diogenichthys panurgus* Bolin, 1946) 和朗明灯鱼 [*Diogenichthys laternatus* (Garman, 1899)] 3种, 是灯笼鱼科鱼类中个体较小、广泛分布在热带、亚热带和温带海洋中的种类, 中国海域均有分布^[1-2]。

有关明灯鱼属鱼类早期生活史的研究, 最早是 Tåning^[3] 简要描述了地中海及其邻近海域西明灯鱼仔稚鱼的形态; 此后, Pertseva-Ostroumova^[4-5] 分别报道了大西洋体长 9.0 mm 西明灯鱼稚鱼以及印度洋和太平洋西明灯鱼仔稚鱼和印明灯鱼仔稚鱼的形态; Ahlstrom^[6] 对加利福尼亚海流区 (California current) 体长 4.00、6.00 和 11.25 mm 的西明灯鱼仔稚鱼以及体长为

3.70、7.00 和 9.75 mm 的朗明灯鱼仔稚鱼的形态作过简要的描述; Moser 等^[7] 对加利福尼亚海流区体长 3.60~16.0 mm 的西明灯鱼仔稚鱼和体长为 3.60~11.30 mm 的朗明灯鱼仔稚鱼的形态作过详细的描述; Shiganova^[8] 简要描述了大西洋水域西明灯鱼仔稚鱼的形态特征; Fahay^[9] 综述了 Tåning^[3]、Pertseva-Ostroumova^[5] 和 Moser 等^[7] 对西明灯鱼仔稚鱼形态的研究; Ozawa^[10] 对日本南部海域体长为 3.60、6.90 和 10.80 mm 的西明灯鱼仔稚鱼以及体长为 3.60、5.20 和 9.50 mm 的朗明灯鱼仔稚鱼的形态进行过报道; Olivar 等^[11] 简要概述了印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区 (Agulhas current) 的西明灯鱼后期仔鱼的形态特征以及描述了体长为 4.70 和 6.70 mm 的印明灯鱼仔稚鱼的形态; 孙继仁等^[12-13] 对东海陆架区西明灯鱼和印明灯鱼的仔鱼分布作过调查以及对体长 7.05 mm 的印明灯鱼后期仔鱼形态作过描述;

收稿日期: 2012-12-06 修回日期: 2013-05-02

资助项目: 国家自然科学基金项目 (31272667); 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 (2011CB403605); 农业部黄渤海渔业资源环境科学观测实验站资助

通信作者: 万瑞景, E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn

陆穗芬^[14]对南海北部大陆斜坡海域西明灯鱼和印明灯鱼的仔稚鱼形态和数量分布进行过报道;丘台生^[15]对台湾四周海域西明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼的分布以及体长为3.70、5.30和7.30 mm的西明灯鱼仔稚鱼和体长为3.90、4.70和8.30 mm的朗明灯鱼仔稚鱼形态进行过报道。

本研究对1984年4—7月、1984年12月—1985年1月和1985年4—6月东海外海黑潮流域调查所采集到的明灯鱼属鱼类的仔稚鱼样品进行分类、鉴定,共鉴定了西明灯鱼、印明灯鱼和朗明灯鱼3种仔稚鱼,描述了其个体的发育形态并构建了简要的种类分类检索表,旨在丰富中国鱼类早期生活史的研究内容并为以后相关海洋生态调查的仔稚鱼种类鉴定提供参考资料。

1 材料与方法

1984年4—7月、1984年12月—1985年1月和1985年4—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黑潮流域进行3个航次的综合调查,每个航次设置

9个断面、共203个调查站位。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。样品采集按照《海洋调查规范》(GB 12763·1-7-91)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。

明灯鱼属鱼类与多数灯笼鱼目鱼类一样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,引用了孟庆闻等^[1]描述的灯笼鱼目鱼类发光器的名称与分布(图1)。

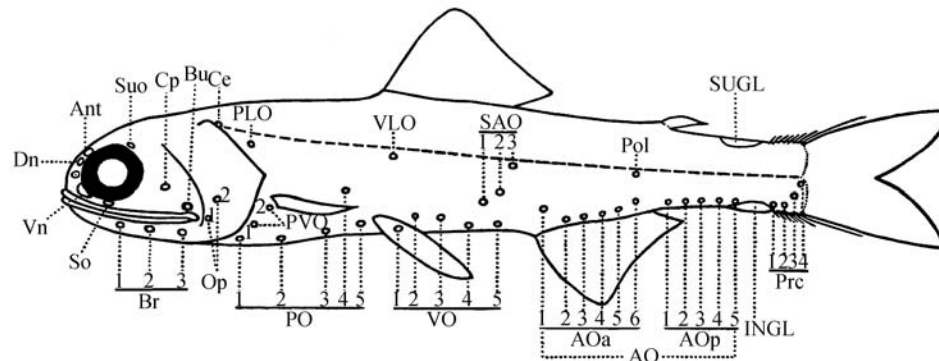


图1 灯笼鱼目鱼类发光器名称及分布示意图^[1]

Dn. 鼻部背侧发光器; Vn. 鼻部腹侧发光器; So. 眶下发光器; Suo. 眶上发光器; Ant. 眶前发光器; Bu. 口腔发光器; Cp. 峡部发光器; Ce. 肩部发光器; Op. 鳃盖发光器; PVO. 胸鳍下方发光器; PLO. 胸鳍上方发光器; VLO. 腹鳍上方发光器; SAO. 肛门上方发光器; Pol. 体后侧发光器; Br. 鳃盖条区发光器; PO. 胸部发光器; VO. 腹部发光器; AO. 臀部发光器; AOa. 臀前部发光器; AOp. 臀后部发光器; Prc. 尾前部发光器; SUGL. 尾上发光腺; INGL. 尾下发光腺。

Fig. 1 Terminology of the photophores and their distribution in Myctophiformes^[1]

Dn. dorso-nasal organ; Vn. ventro-nasal organ; So. suborbital organ; Suo. subraorbital organ; Ant. antorbital organ; Bu. buccal organ; Cp. cheek organ; Ce. cervical organ; Op. opercular organs; PVO. subpectoral organ; PLO. suprapectoral organ; VLO. supraventral organ; SAO. supra-anal organ; Pol. postero-lateral organ; Br. branchiostegal organ; PO. pectoral organ; VO. ventral organ; AO. anal organ; AOa. antero-anal organ; AOp. postero-anal organ; Prc. praecaual organ; SUGL. supra-caudal gland; INGL. infra-caudal gland.

2 结果

2.1 西明灯鱼 *D. atlanticus* (Tåning, 1928)

形态 背鳍10~12,臀鳍15~18,胸鳍

12~14,腹鳍8,脊椎骨31。

后期仔鱼 体长4.25 mm的后期仔鱼,外形稍侧扁,下颌端有一短的颌须,其长度为0.20 mm。头部中等大,额部略微凹陷,头长为

体长的 28.00%。吻钝尖,吻长为头长的 29.00%,口微斜,口裂达眼中央的下方,上、下颌约等长。眼长圆形,前视,晶体突出,有短的脉络组织,眼的水平直径和垂直直径分别为头长的 17.00% 和 33.00%。鼻孔一个,长圆形,靠近吻端。腹囊较大,消化管较粗,消化管内部出现螺旋状的皱褶,肛门位于体中央稍后,距吻端的距离为体长的 61.00%。背部和尾部鳍膜均较低,胸鳍团扇形。胸鳍基下有一黑色素丛,消化管上有 4 个菊花状的黑色素,直肠后上方有一个大的黑色素丛,尾部的腹缘有 7 个菊花状黑色素排成一列,体中部的体侧有一个大的枝状的黑色素丛。脊索末端平直(图 2-a)。体长 5.10 mm 的后期仔鱼,眼前额部下凹更为明显。背部和尾部的鳍膜增高,胸鳍小扇状。颌须近末端出现一个块状黑色素。体侧的枝状黑色素变小,呈星芒状,尾部腹缘一系列菊花状黑色素增多(10 个),其余各部的黑色素分布没变化。出现一个鳃盖条区发光器(Br_2)。尾下骨初步形成,脊索末端平直(图 2-b)。体长 6.25 mm 的后期仔鱼,吻变尖,吻长为头长的 37.00%,下颌略长于上颌。头长为体长的 32.00%。鼻孔一个,长圆形,靠近吻端。眼仍向前倾,脉络组织缩小,呈新月形。消化管内部仍有螺旋状的皱褶,肛门距吻端的距离为体长的 58.00%。背部鳍膜中间部位出现背鳍鳍条的雏形,臀鳍出现 13 根鳍条,胸鳍小扇状,尾鳍浅叉形。颌须 0.36 mm,其上的黑色素增至 2 块。胸鳍基部出现一个小星状黑色素,胸鳍基下的消化道前端出现 2 个星状黑色素,消化管上的菊花状黑色素仍为 4 个,直肠后上方的黑色素明显,体侧的枝状黑色素进一步缩小,臀鳍上方的腹缘,一系列菊花状黑色素增至 12 个,尾鳍下叶鳍条上出现一个大的星状黑色素。发光器为一个鳃盖条区发光器(Br_2)。尾下骨形成,脊索末端向上弯曲(图 2-c)。

稚鱼 体长 7.60 mm 的稚鱼,外部体形变粗,头部较大,头长为体长的 30.10%。吻钝尖,口裂仍达眼后缘的下方,上颌出现小牙。眼仍长圆形,短径为头长的 17.80%,长径为头长的 26.70%,脉络组织很小。腹囊长形,肛门距吻端的距离为体长的 61.80%。背鳍有鳍条 10

根,前端仍有波状的鳍膜,脂鳍基本形成。臀鳍发育较全,有鳍条 16 根。胸鳍团扇形,有鳍条 10 根。腹鳍出现,芽状,有短鳍条。颌须 0.44 mm,其上的黑色素仍 2 块。鳃盖后缘和喉部各有一个星状黑色素,消化管上大星状黑色素增加至 6 个,连同直肠后上方的一个丛状黑色素,消化道上一共有 7 个黑色素分布,体侧中部的枝状黑色素变成 4 个长星状的黑色素聚成一个大的星状黑色素,臀鳍上方的一系列菊花状黑色素仍为 12 个,臀鳍鳍条的前部出现数个黑色素排成一行,尾鳍下叶鳍条的星状黑色素增大。具有一个鳃盖条区发光器(Br_2)和一个胸部发光器(PO_2)。尾下骨形成,脊索末端向上弯曲(图 2-d)。体长 8.10 mm 的稚鱼,头长为体长的 30.00%。吻钝尖,两颌等长,上颌有小牙。眼为前视,脉络组织消失。各鳍发育完全。颌须 0.48 mm,其上的黑色素增至 3 块。体侧中部的星状黑色素聚集成一个大的放射形黑色素,尾鳍鳍条的星状黑色素进一步增大,其他部位上的黑色素分布变化不大。具有一个鳃盖条区发光器(Br_2)和两个胸部发光器(PO_2 和 PO_5)。脊索末端向上弯曲(图 2-e)。体长 10.00 mm 的稚鱼,外形稍侧扁,体背增高。头长为体长的 29.00%。吻较尖。下颌略长于上颌,上、下颌均有小牙。鼻孔一个,圆形,近吻端。眼正位,长圆形,短径为头长的 17.40%,长径为头长的 25.80%。颌须 0.48 mm,仍有 3 块黑色素分部。背鳍鳍条 11 根,脂鳍发育完善,臀鳍鳍条 17 根,胸鳍扇形,有鳍条 13 根,腹鳍鳍条增长,近达肛门,尾鳍叉形。鳃盖和鳃盖条上出现大的星状黑色素,消化道上的菊花状黑色素仍为 7 个,体侧中部的放射形黑色素扩散成 3 个小的菊花状黑色素,尾鳍鳍条的星状黑色素增多(3~4 个),臀鳍上方的菊花状黑色素消失,臀鳍鳍条前端的黑色素依然明显。除了具有一个鳃盖条区发光器(Br_2)和两个胸部发光器(PO_2 和 PO_5)外,还出现了 3 个臀后部发光器(AOp_1 、 AOp_2 和 AOp_3)(图 2-f)。

分布 大西洋、印度洋和太平洋,我国产于南海和东海外海。样品系 1984 年 6 月和 1985 年 1 月采自东海外海黑潮流域。

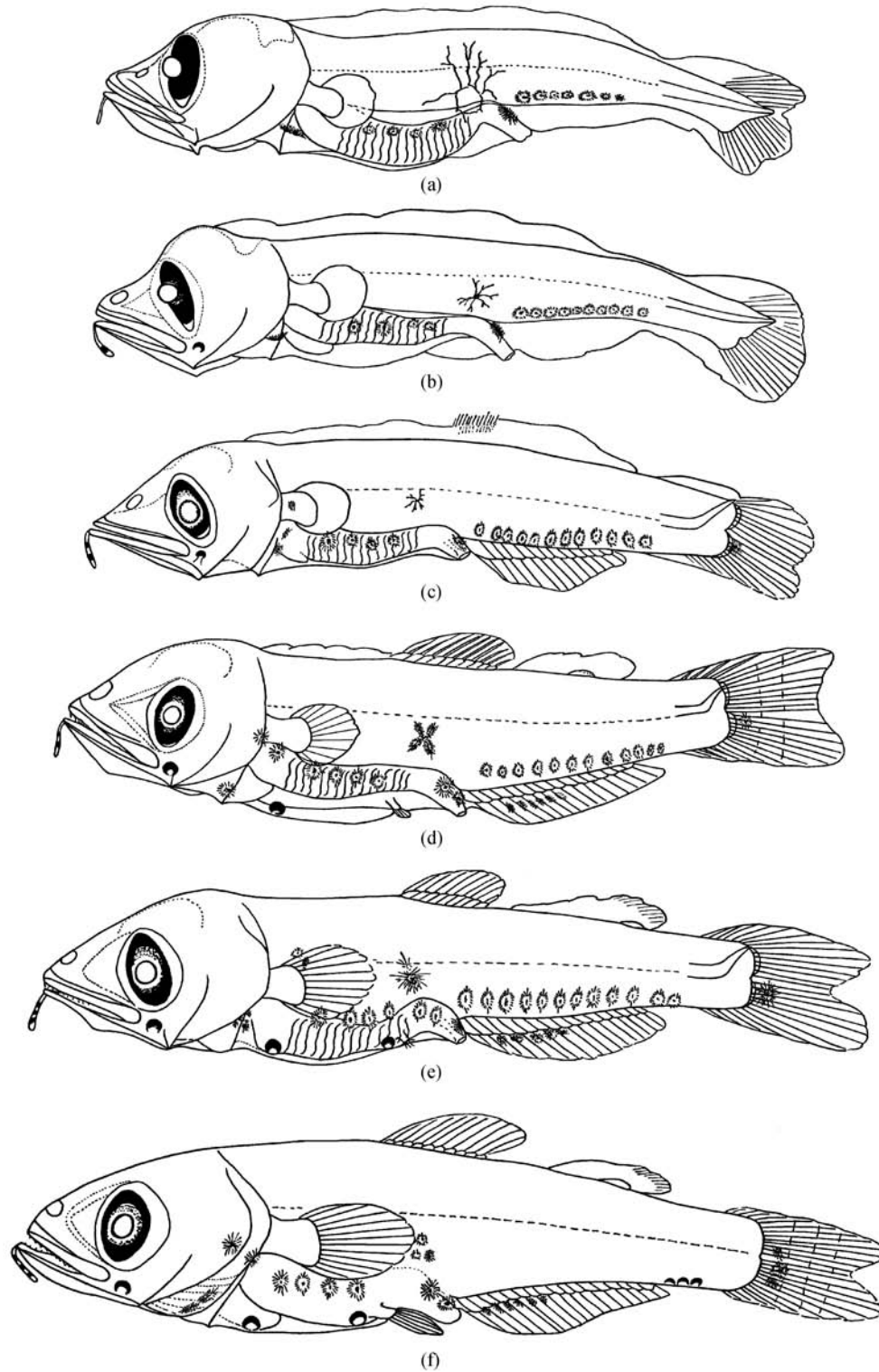


图2 西明灯鱼仔稚鱼

(a)体长4.25 mm 后期仔鱼; (b)体长5.10 mm 后期仔鱼; (c)体长6.25 mm 后期仔鱼; (d)体长7.60 mm 稚鱼; (e)体长8.10 mm 稚鱼; (f)体长10.00 mm 稚鱼。

Fig.2 Postlarval and juvenile stages of *D. atlanticus* (Tåning, 1928)

(a) Postlarval stage, 4.25 mm in standard length; (b) Postlarval stage, 5.10 mm in standard length; (c) Postlarval stage, 6.25 mm in standard length; (d) Juvenile stage, 7.60 mm in standard length; (e) Juvenile stage, 8.10 mm in standard length; (f) Juvenile stage, 10.00 mm in standard length.

2.2 印明灯鱼 *D. panurgus* (Bolin, 1946)

形态 背鳍 10 ~ 12, 臀鳍 15 ~ 17, 胸鳍 10 ~ 11, 腹鳍 8。

后期仔鱼 体长 4.60 mm 的后期仔鱼, 体形略侧扁, 尾部延长, 头部中等大, 额部微凹。头长为体长的 23.90%。吻较钝, 两颌约等长, 吻长为头长的 31.80%。口裂中等, 仅达眼的前缘。鼻孔一个, 位于吻部的中间。眼长圆形, 微向前倾。垂直直径为头长的 36.40%, 水平直径为头长的 18.20%。腹囊长形, 消化管较粗, 肛门基本上位于体的中央, 距吻端的距离为体长的 54.40%。背部鳍膜较低, 始于头顶, 向后与尾鳍相连。臀鳍鳍膜与背部鳍膜同形。胸鳍呈长扇形。尾下骨出现。下颌端有一黑色素胞, 胸部有一个较大的星状黑色素, 消化管上有 2 个菊花状的黑色素细胞, 直肠后上方有一丛黑色素以及尾

部体侧的腹缘有一列星状黑色素。可数肌节 (14 + 21) 对, 脊索末端向上弯曲 (图 3-a)。体长 6.40 mm 的后期仔鱼, 前额凹陷明显, 头长为体长的 28.90%。吻变尖, 吻长为头长的 32.40%, 下颌略长于上颌, 口裂加深, 达眼的中央下方。眼长圆形, 垂直直径为头长的 35.20%, 水平直径为头长的 21.20%。腹囊较大, 消化管加粗, 肛门距吻端的距离为体长的 53.20%。背鳍出现 7 个支鳍骨, 脂鳍基形成, 脂鳍后的鳍膜与尾鳍分离。臀鳍上可见 12 个支鳍骨并有细的鳍条出现。胸鳍长扇状, 腹鳍出现, 呈小芽状, 尾鳍浅叉形。下颌端的黑色素明显, 消化管的菊花状黑色素 3 个, 直肠后上方的丛状黑色素扩大成大菊花状, 臀鳍上方体侧的腹缘, 小菊花状的黑色素数量增至 10 个。鳃盖条区第二发光器 (Br_2) 以及胸部第五发光器 (PO_5) 形成。脊索末端向上弯曲 (图 3-b)。

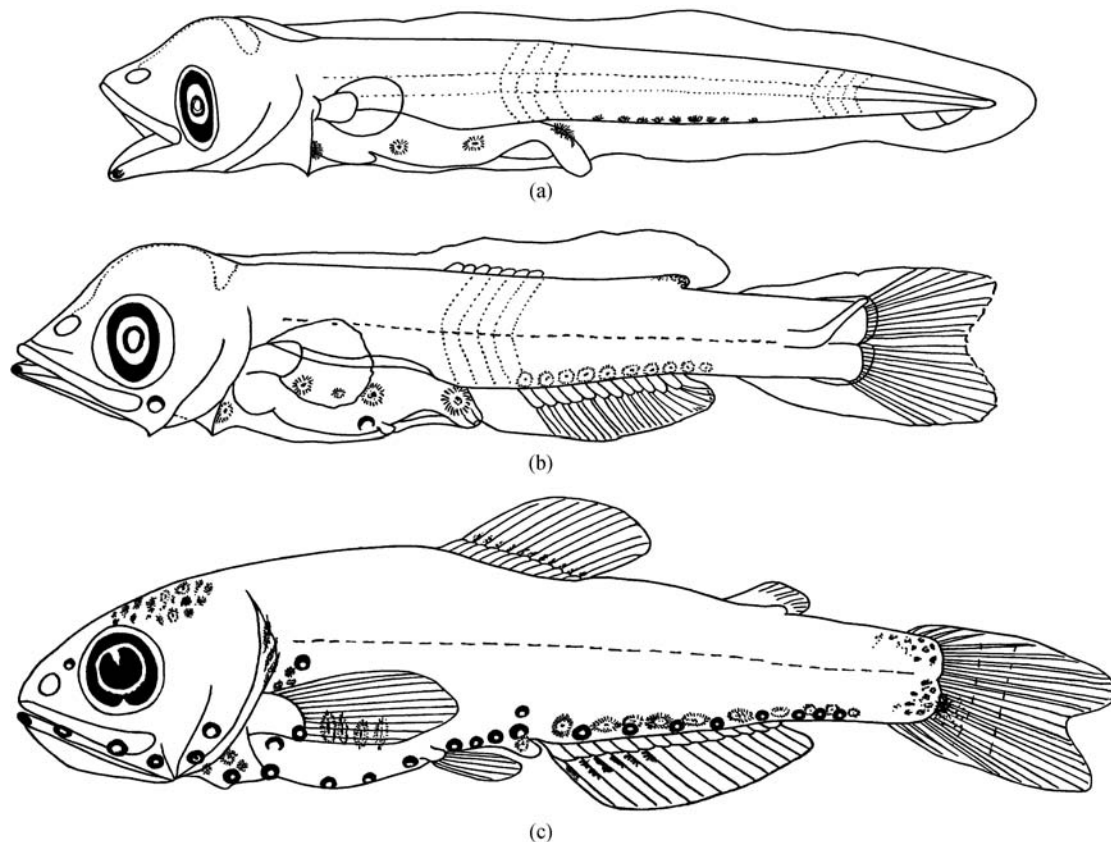


图 3 印明灯鱼仔稚鱼

(a) 体长 4.60 mm 后期仔鱼; (b) 体长 6.40 mm 后期仔鱼; (c) 体长 12.00 mm 稚鱼。

Fig. 3 Postlarval and juvenile stages of *D. panurgus* (Bolin, 1946)

(a) Postlarval stage, 4.60 mm in standard length; (b) Postlarval stage, 6.40 mm in standard length; (c) Juvenile stage, 12.00 mm in standard length.

稚鱼 体长 12.00 mm,各鳍发育完全,体背隆起。吻较钝圆,两颌约等长,口裂加深,近达眼后缘下方。吻长为头长的 30.30%。眼正圆形,其直径为头长的 30.40%。背鳍鳍条 12 根,脂鳍发育完善,臀鳍鳍条 15 根,胸鳍长扇形,有鳍条 12 根,腹鳍鳍条较长,几达肛门前,尾鳍叉形。头部眼上方和颅顶出现一堆大小不等、有的为小菊花状、有的为小星状的黑色素,鳃盖后缘有 3 个黑色素丛,胸鳍基上方和峡部各有 3 个小星状黑色素,下颌端黑色素胞依然存在,消化道的腹侧有 4 个长圆形的菊花状黑色素,直肠上的菊花状黑色素仍很明显,臀鳍上方的体侧,一系列菊花状的黑色素仍为 10 个,尾部末端出现许多小星状黑色素,尾鳍下叶基部有一个大的星状黑色素,背鳍鳍条的基部和臀鳍前端鳍条的基部各有黑色素分布。发光器的分布:鼻部背侧发光器 1 个(Dn)、鳃盖条区发光器 3 个(Br₁、Br₂和 Br₃)、鳃盖发光器 2 个(Op₁和 Op₂)、胸上发光器一个(PLO)、胸鳍下方发光器 2 个(PVO₁和 PVO₂)、胸部发光器 5 个(PO₁₋₅)、肛门上方发光器 1 个(SAO₃)、腹部发光器 4 个(VO₁₋₄)、臀前部发光器 5 个(AOa₁₋₅)和臀后部发光器 3 个(AOp₁₋₃) (图 3-c)。

分布 印度洋和太平洋热带和温带海域,我国产于南海和东海外海。样品系 1984 年 6 月采自东海外海黑潮流域。

2.3 朗明灯鱼 *D. laternatus* (Garman, 1899)

形态 背鳍 10~12,臀鳍 15~16,胸鳍 10~11,腹鳍 8,脊椎骨 30。

后期仔鱼 体长 5.25~5.50 mm 的后期仔鱼,外形微侧扁,头部不显得大,体较细长,头长为体长的 21.00%。口裂浅,仅达眼的前缘处。吻钝圆,吻长为头长的 22.70%。鼻孔一个,位于吻部的中间。眼圆形,其直径为头长的 31.80%。背部鳍膜较低,开始于头部,向后与尾鳍相连,尾部的鳍膜更低,背部和尾部鳍膜透明无色。胸鳍团扇形。腹囊长形,消化管细,前部的内部有皱褶,肛门位于体中央稍前,距吻端的距离为体长的 47.60%。消化管中部和直肠上各有大的长圆形

的放射状黑色素胞,尾部体侧的腹缘,从肛后到尾柄有 14~15 个菊花状黑色素排成一列,尾下骨出现一个小菊花状黑色素。鳃盖条区第二发光器(Br₂)形成。脊索末端平直(图 4-a 和图 4-b)。体长 6.60 mm 的后期仔鱼,外形仍细长,头部增大,头长为体长的 24.30%。吻钝尖,吻长为头长的 35.20%。口裂仍仅达眼的前缘,两颌均生有小牙。眼圆形,其直径为头长的 44.40%。背部和尾部的鳍膜开始退化,背鳍基形成,出现 12 个支鳍骨,脂鳍基底形成,臀鳍基形成,出现 14 个支鳍骨原基,胸鳍团扇形,腹鳍出现,呈芽状,尾鳍浅叉形。消化管较细长,肛门略微后移,距吻端的距离为体长的 53.00%。胸部和消化管中部的长圆形放射状黑色素胞变成圆形,直肠上的黑色素仍为长圆形,尾部体侧腹缘的菊花状黑色素减少到 10 个,尾下骨后下方的菊花状黑色素明显。除了 Br₂外还出现了胸部第五发光器(PO₅)。脊索末端向上弯曲(图 4-c)。

稚鱼 体长 7.60 mm 的稚鱼,体细长,稍圆,吻变短、变圆,吻长为头长 26.30%。口近水平位,口裂加深,达眼中部稍前的下方。眼正圆形,其直径为头长的 52.40%。消化道前部仍有皱褶,肛门距吻端的距离为体长的 52.30%。背鳍鳍条 12 根,脂鳍增大,但还不完善。臀鳍鳍条 15 根。胸鳍团扇形,有鳍条 11 根。腹鳍生有短鳍条。尾鳍叉形。胸部和消化道上的黑色素无变化,尾部体侧腹缘的菊花状黑色素增大,但数量减少为 4 个,尾鳍上的黑色素增加至 3 个。具有 Br₂和 PO₅ 发光器。脊索末端仍向上弯曲(图 4-d)。

分布 太平洋暖温性海区。我国产于南海和东海外海。样品系 1985 年 5 月采自东海外海黑潮流域。

2.4 种类的简要分类检索

对以上描述的西明灯鱼、印明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼形态特征进行比较、归纳和总结,3 种仔稚鱼发育过程臀鳍上方体侧的腹缘具有一列菊花状的黑色素分布,这是明灯鱼属仔稚鱼共有的形态特征之一,其种类的主要分类特征如下:

- 1(2) 下颌端有一短的颌须,体侧中部有一丛大的枝状或星状或放射状或小型菊花状的黑色素分布
..... 西明灯鱼 *D. atlanticus* (Tåning, 1928)
- 2(1) 下颌端无颌须,体侧中部无黑色素分布
- 3(4) 下颌骨前端有一个黑色素细胞分布 印明灯鱼 *D. panurgus* Bolin, 1946
- 4(3) 下颌骨前端无黑色素细胞分布 朗明灯鱼 *D. laternatus* (Garman, 1899)

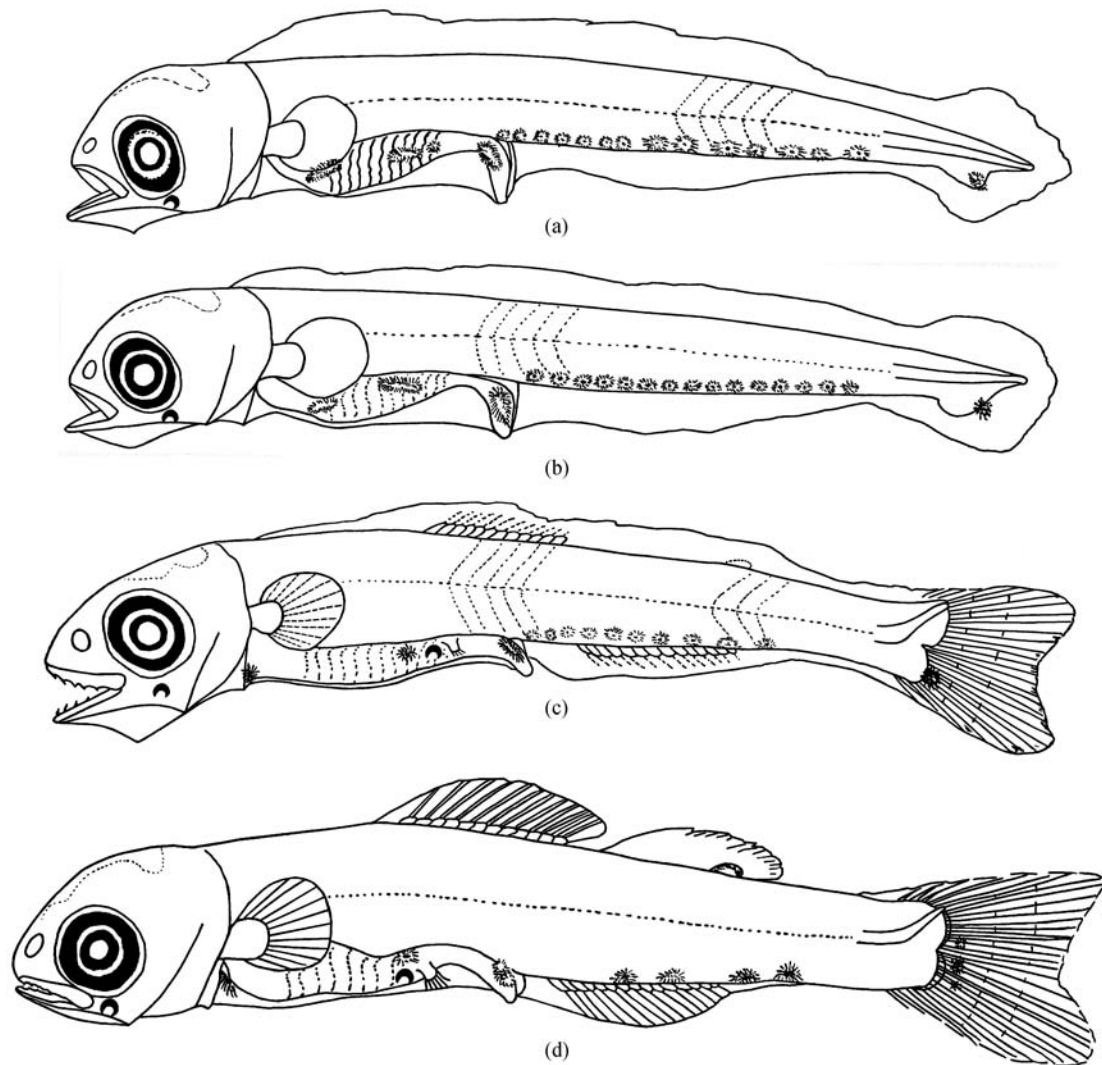


图4 朗明灯鱼仔稚鱼

(a) 体长 5.25 mm 后期仔鱼; (b) 体长 5.50 mm 后期仔鱼; (c) 体长 6.60 mm 后期仔鱼; (d) 体长 7.60 mm 稚鱼。

Fig. 4 Postlarval and juvenile stages of *D. laternatus* (Garman, 1899)

(a) Postlarval stage, 5.25 mm in standard length; (b) Postlarval stage, 5.50 mm in standard length; (c) Postlarval stage, 6.60 mm in standard length; (d) Juvenile stage, 7.60 mm in standard length.

3 讨论

3.1 我国海域明灯鱼属鱼类的分布

关于明灯鱼属鱼类在我国海域的分布,孟庆闻等^[1]报道,西明灯鱼和印明灯鱼分布于东海和南海海域;孟庆闻等^[1]和陈素芝^[2]报道,朗明灯鱼仅分布于南海海域。Ozawa^[10]在日本南部海域采集到 206 尾体长为 2.7~12.6 mm 的西明灯鱼仔稚鱼以及 6 尾体长为 3.5~9.6 mm 的朗明灯鱼仔稚鱼;孙继仁等^[12]报道,东海陆架区也出现西明灯鱼和印明灯鱼仔稚鱼的分布;陆穗芬^[14]在南海北部大陆斜坡海域采集到 40 尾体长为

2.8~9.0 mm 的西明灯鱼仔稚鱼和 26 尾体长为 2.6~7.8 mm 的印明灯鱼仔稚鱼;丘台生^[15]报道,西明灯鱼和朗明灯鱼的仔稚鱼广泛分布于台湾四周的海域,台湾东北部海域以及东岸海域的出现频率较高,在台湾以北的东海海域,西明灯鱼仔稚鱼和朗明灯鱼仔稚鱼的分布可达 121°E 附近海域。我们所观察的 3 种明灯鱼仔稚鱼样品均采集于东海外海黑潮流域。可见,西明灯鱼和印明灯鱼分布于东海和南海海域是毫无疑问的,而朗明灯鱼不仅仅分布于南海海域,东海及其外海也有分布。

3.2 西明灯鱼仔稚鱼的颌须

3 种明灯鱼仔稚鱼中仅西明灯鱼具有颌须这

一特殊的形态特征。关于西明灯鱼仔鱼出现颌须的最小个体的体长有不同的见解。Ahlstrom^[6]报道的加利福尼亚海流区的体长为3.70 mm的后期仔鱼已出现短的颌须; Moser等^[7]报道的同一海区中体长为5.10 mm的后期仔鱼出现颌须,体长7.20 mm的稚鱼,颌须达到最长,为头长的32.00% (推算为0.72 mm); Ozawa^[10]报道的日本南部海域中体长大约5.00 mm的个体出现颌须; 丘台生^[15]报道的台湾四周海域中体长3.70 mm的个体,颌须的长度已经约与眼睛的短轴等长; 我们所观察的东海外海黑潮流域样品,体长4.25 mm的个体(最小个体)颌须已达0.20 mm。可见,不同年代、不同海区的个体的发育速率存在着一定的差异,这可能与不同年代、不同海区的环境条件与基础饵料有所差别以及不同海区的地理位置不同有关。

关于西明灯鱼仔稚鱼颌须的长短以及颌须上黑色素的分布, Pertseva-Ostroumova^[5]在比较太平洋西明灯鱼仔稚鱼形态特征时认为: 由于分布海区的不同,其颌须的长短以及颌须上黑色素的分布位置有一定的差别,分布于太平洋西北部的,颌须为0.3~0.5 mm,黑色素多分布于颌须的末端; 分布于太平洋西南部和东北部的,其颌须较长,为0.7~0.8 mm,黑色素分布于整条颌须上。南海北部大陆斜坡海域、台湾四周海域、日本南部海域以及我们所观察的东海外海黑潮流域同属于太平洋西北部海域,加利福尼亚海流区位于太平洋东北部,其西明灯鱼仔稚鱼颌须的长短与Pertseva-Ostroumova^[5]的观察结果基本一致^[7,10,15]; 而颌须上的黑色素分布位置,南海北部大陆斜坡海域的西明灯鱼仔稚鱼,有的分布在颌须的末端,有的分布在颌须的末端和基部,还有的整条颌须上呈不规则的分布; 台湾四周海域、日本南部海域、加利福尼亚海流区的个体以及我们所观察的东海外海黑潮流域样品,颌须上具2~3块黑色素分布^[7,10,15],与Pertseva-Ostroumova^[5]的观察结果有所差别。

3.3 臀鳍上方体侧的腹缘黑色素的发育、分布与数量

3种明灯鱼仔稚鱼发育过程中臀鳍上方体侧的腹缘具有一列菊花状的黑色素分布,这是明灯鱼属鱼类仔稚鱼共有的形态特征之一,只是不同种类以及同一种类不同海区的个体,其黑色素出

现的时间和数量有所区别。

西明灯鱼 加利福尼亚海流区,体长3.60 mm的后期仔鱼已出现3个黑色素,随着个体的发育,黑色素的数量逐渐增多,体长6.00 mm的后期仔鱼为5个,体长7.20 mm的稚鱼,黑色素发育完全,达11个,体长8.80 mm的个体,其黑色素基本消失^[7]; 地中海及其邻近海域,体长大约5.0 mm的后期仔鱼和体长7.0 mm的稚鱼,黑色素10个,体长11.0 mm的稚鱼,黑色素基本消失^[3,9]; 印度洋海域,体长5.0 mm的后期仔鱼还没有黑色素出现,体长9.0 mm的稚鱼,黑色素8个^[5,9]; 日本南部海域,体长3.60 mm的后期仔鱼已出现7个黑色素,体长6.90 mm的稚鱼,其黑色素基本消失^[10]; 南海北部大陆斜坡海域,体长3.40 mm的后期仔鱼已出现10个黑色素,5.00 mm的后期仔鱼达14个,5.50 mm的稚鱼减少为8个; 台湾四周海域,前期仔鱼就出现6~7个黑色素,3.70 mm的后期仔鱼8个^[15]; 我们所观察的东海外海黑潮流域样品,体长4.25 mm的后期仔鱼(最小个体)已出现7个黑色素,体长5.10 mm的后期仔鱼,黑色素为10个,体长6.25~8.10 mm的后期仔鱼和稚鱼,黑色素为12个。

印明灯鱼 印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区,体长4.70 mm的后期仔鱼已出现7个黑色素,体长6.70 mm的稚鱼,黑色素达13个^[11]; 南海北部大陆斜坡海域,体长5.50 mm和5.80 mm的后期仔鱼,黑色素12个; 东海陆架区体长7.05 mm的后期仔鱼,黑色素11个^[13]; 我们所观察的东海外海黑潮流域样品,体长4.60 mm的后期仔鱼(最小个体)已出现9个黑色素,体长6.25 mm的后期仔鱼和体长12.00 mm的稚鱼,黑色素为10个。

朗明灯鱼 加利福尼亚海流区体长为3.60 mm的后期仔鱼已出现4个黑色素,6.60 mm的后期仔鱼,黑色素增至9个,7.00~9.75 mm的稚鱼,黑色素为10~11个,11.30 mm的稚鱼,其黑色素完全消失^[6-7]; 日本南部海域体长3.60 mm的后期仔鱼已出现9个黑色素,5.20 mm的后期仔鱼,其黑色素模糊不清^[10]; 台湾四周海域,体长为3.90 mm的后期仔鱼已出现10个黑色素,4.7 mm的后期仔鱼,黑色素12个,8.30 mm的稚鱼,黑色素减少,仅为8个^[15]; 我们所观察的东海外海黑潮流域样品,体长5.25 mm

的后期仔鱼(最小个体)已出现 14 个黑色素,体长 5.50 mm 的后期仔鱼,黑色素 15 个,体长 6.60 mm 的后期仔鱼,黑色素减少到 10 个,体长 7.60 mm 的稚鱼,黑色素仅为 4 个。

综上所述,西明灯鱼、印明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼发育过程中臀鳍上方体侧腹缘的菊花状黑色素的数目略有差别,朗明灯鱼仔稚鱼是 3 种明灯鱼中数量最多的,但不超过 15 个,西明灯鱼仔稚鱼次之,但不超过 14 个;印明灯鱼最少,但不超过 13 个。3 种明灯鱼仔稚鱼发育过程中臀鳍上方体侧的腹缘具有一列菊花状的黑色素分布,这是同属鱼类的属性;而 3 种明灯鱼仔稚鱼黑色素数量的微小差异,体现出同属鱼类中不同种类之间种的属性的差别。

同一种类不同海域的个体,其黑色素的发育和数量存在一定的差异。如同为体长 3.60 mm 的西明灯鱼后期仔鱼,加利福尼亚海流区的个体出现 3 个黑色素,日本南部海域的个体出现 7 个黑色素,南海北部大陆斜坡海域,体长 3.40 mm 的后期仔鱼已出现 10 个黑色素,而印度洋海域 5.00 mm 后期仔鱼还没有黑色素出现;加利福尼亚海流区体长 7.20 mm 的稚鱼,其黑色素发育完

成(11 个),体长 8.80 mm 的稚鱼,其黑色素基本消失,地中海及其邻近海域,体长大约 5.0 mm 的后期仔鱼和体长 7.0 mm 的稚鱼,黑色素 10 个,体长 11.0 mm 的稚鱼,其黑色素基本消失,日本南部海域,体长 6.90 mm 的稚鱼,其黑色素基本消失(印明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼也有类似的情况),这一个体上的差异可能与不同的地理种群的发育生物学特性以及不同海域的生态环境条件与基础饵料的差异相关。

3.4 发光器的形成与分布

东海外海黑潮流域的 3 种明灯鱼仔稚鱼发光器形成的顺序与数量如表 1 所示,体长 5.10 ~ 10.00 mm 的西明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 、 PO_2 、 PO_5 、 AOp (AOp_1 、 AOp_2 和 AOp_3),体长 6.40 mm 的印明灯鱼后期仔鱼已出现 Br_2 和 PO_5 发光器,体长 5.25 ~ 7.60 mm 的朗明灯鱼仔稚鱼也已出现 Br_2 和 PO_5 发光器。可见,印明灯鱼和朗明灯鱼仔稚鱼发光器形成顺序大致相同,而西明灯鱼仔稚鱼出现 PO_2 发光器后再出现 PO_5 发光器。但 3 种明灯鱼仔稚鱼鳃盖条区发光器 Br_2 都是最先出现,符合大多数灯笼鱼科鱼类的早期发育规律^[7]。

表 1 3 种明灯鱼仔稚鱼发光器形成顺序与数量

种类 species	个体大小/mm larva size	发光器 photophores	数量 number
西明灯鱼 <i>D. atlanticus</i>	5.10	Br_2	1
	7.60	Br_2 、 PO_2	2
	8.10	Br_2 、 PO_2 、 PO_5	3
	10.00	Br_2 、 PO_2 、 PO_5 、 AOp_1 、 AOp_2 、 AOp_3	6
印明灯鱼 <i>D. panurgus</i>	6.40	Br_2 、 PO_5	2
	12.00	Dn 、 Br_1 、 Br_2 、 Br_3 、 Op_1 、 Op_2 、 PLO 、 PVO_1 、 PVO_2 、 PO_1 、 PO_2 、 PO_3 、 PO_4 、 PO_5 、 SAO_3 、 VO_1 、 VO_2 、 VO_3 、 VO_4 、 AOa_1 、 AOa_2 、 AOa_3 、 AOa_4 、 AOa_5 、 AOp_1 、 AOp_2 、 AOp_3	27
朗明灯鱼 <i>D. laternatus</i>	5.25	Br_2	1
	5.50	Br_2	1
	6.60	Br_2 、 PO_5	2
	7.60	Br_2 、 PO_5	2

加利福尼亚海流区,西明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 (体长 6.0 mm)、 PO_2 (体长 7.0 mm)、 PO_5 (体长 8.5 mm)、 AOa_1 (体长 11.0 mm)、 Br_3 、 PO_2 和 PO_3 (体长 13.5 mm)、发光器发育完全(体长 14.5 mm);朗明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 (体长 4.5 mm)、 PO_5 (体长 6.0

mm)、 Br_{1-3} 、 Op_1 、 Op_2 、 PVO_1 、 PVO_2 、 PLO 、 PO_{2-5} 和 AOa_{1-5} (体长 10.5 mm)^[7]。印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区,印明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 (体长为 4.70 mm)、 PO_5 (体长 6.70 mm)^[11];东海陆架区的印明灯鱼,体长 7.05 mm 后期仔鱼出现 Br_3 、 PO_5 和 VO_4 发光器^[13];南海

北部大陆斜坡海域的印明灯鱼,体长 4.7 mm 的后期仔鱼出现 Br_2 发光器,体长 5.55 mm 的后期仔鱼又出现 PO_5 发光器。我们所观察的东海外海黑潮流域的西明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 (体长 5.10 mm)、 PO_2 (体长 7.60 mm)、 PO_5 (体长 8.10 mm)、 AOp_{1-3} (体长 10.00 mm); 朗明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 (体长 5.25 mm)、 PO_5 (体长 6.60 mm) 以及印明灯鱼仔稚鱼发光器的形成顺序为 Br_2 、 PO_5 (体长 6.40 mm)、 Dn 、 Br_{1-3} 、 Op_1 、 Op_2 、 PLO 、 PVO_1 、 PVO_2 、 PO_{1-5} 、 SAO_3 、 VO_{1-4} 、 AOa_{1-5} 、 AOp_{1-3} (体长 12.00 mm)。综上所述,1) 东海外海黑潮流域的西明灯鱼仔稚鱼 Br_2 、 PO_2 和 PO_5 发光器的形成顺序与加利福尼亚海流区的西明灯鱼仔稚鱼^[7] 基本相同,而东海外海黑潮流域的西明灯鱼仔稚鱼先出现 AOp_{1-3} 发光器,与加利福尼亚海流区的西明灯鱼仔稚鱼先出现 AOa_1 发光器^[7] 有所不同;2) 东海外海黑潮流域的朗明灯鱼仔稚鱼 Br_2 和 PO_5 发光器的形成顺序与加利福尼亚海流区的朗明灯鱼仔稚鱼^[7] 基本相同;3) 东海外海黑潮流域的印明灯鱼仔稚鱼 Br_2 和 PO_5 发光器的形成顺序与印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区和南海北部大陆斜坡海域的印明灯鱼^[11] 基本相同,而与东海陆架区的印明灯鱼后期仔鱼所出现的 Br_3 、 PO_5 和 VO_4 发光器^[13] 有较大的差异。所出现的这些差异可能与不同的地理种群的发育生物学特性有所差别有关。

参考文献:

- [1] 孟庆闻,苏锦祥,缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社,1995:366-370.
- [2] 陈素芝. 中国动物志-硬骨鱼纲-灯笼鱼目-鲸口鱼目-骨舌鱼目[M]. 北京:科学出版社,2002: 116-122.
- [3] Tåning A V. Danish oceanographical expeditions 1908-10 to the mediterranean and adjacent seas: biology [M]. Mediterranean Scopelidae (*Saurus*, *Aulopus*, *Chorophthalmus* and *Mycyophum*), A. F. Host,1918.
- [4] Pertseva-Ostroumova T A. Some morphological characteristics of myctophid larvae (Myctophidae, Pisces) [J]. Trudy Instituta Okeanologii Akademii Nauk Soyuz Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik,1964,73:76-92.
- [5] Pertseva-Ostroumova T A. New data on lanternfish larvae (Myctophidae, Pisces) with oval eyes from the Indian and Pacific Ocean [J]. Trudy Instituta Okeanologii Akademii Nauk Soyuz Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik,1974,96:77-142.
- [6] Ahlstrom E H. Kinds and abundance of fishes in the California Current region based on egg and larval surveys [R]. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports,1965,10:31-52.
- [7] Moser H G, Ahlstrom E H. Development of lanternfishes (family Myctophidae) in the California current. Part I. Species with narrow-eyed larvae [M]. Los Angeles County Museum of Natural History, 1970,7:1-145.
- [8] Shiganova T A. Larvae and juveniles of the lanternfishes (Myctophidae, Pisces) of the Atlantic Ocean [J]. Trudy Instituta Okeanologii Akademii Nauk Soyuz Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik,1977,109:42-112.
- [9] Fahay M P. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf [J]. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 1983,4(1):1-423.
- [10] Ozawa T. Early life history of Family Myctophidae in the ocean off southern Japan [C] // Ozawa T, ed. Studies on the oceanic ichthyoplankton in the western North Pacific. Fukuoka: Kyushu University Press, 1986:114-188.
- [11] Olivar M P, Moser H G, Beckley L E. Lanternfish larvae from the Agulhas current (SW Indian Ocean) [J]. Scientia Marina,1999,63(2):101-120.
- [12] 孙继仁,吴光宗. 东海陆架区的中上层重要经济鱼类及大洋性发光鱼类的浮性卵和仔、稚鱼的分布 [C] // 中国鱼类学会. 鱼类学论文集. 第一辑. 北京:科学出版社,1981:65-76.
- [13] 孙继仁,吴光宗. 东海陆架区几种灯笼鱼后期仔鱼的研究 [J]. 海洋科学集刊,1982,19:101-114.
- [14] 陆穗芬. 南海北部大陆斜坡海域深海鱼类仔稚鱼的分布 [C] // 中国鱼类学会. 鱼类学论文集. 第四辑. 北京:科学出版社,1985:171-185.
- [15] 丘台生. 台湾的仔稚鱼 [M]. 高雄:国立海洋生物博物馆筹备处,1999:91-92.

Categories identification and morphological characteristics on larvae and juveniles in genus *Diogenichthys* Bolin,1939 and their classification retrieval

WAN Ruijing* , BIAN Xiaodong

(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: In order to recognize the ontogeny in morphological characteristics and its application in the classification of fish larvae and juveniles in genus *Diogenichthys* Bolin, 1939, larvae and juveniles samples collected during the oceanographical expedition cruises were identified separately based on the literature related to the morphological and taxonomic features of this genus. Based on the classification and identification works, larvae and juvenile fish of *D. atlanticus* (Tåning, 1928), *D. panurgus* (Bolin, 1946) and *D. laternatus* (Garman, 1899) in genus *Diogenichthys* were identified separately. Ontogenic morphological characteristics for three species were described in some detail. Moreover, a brief key to classification of these species was established. The observed result showed that as most other species in the order Myctophiforme, larvae and juveniles fish in genus *Diogenichthys* own the unique organ of photophores. However, sequence and numbers of photophore formation in larvae of three species of *Diogenichthys* were different. There were 6 photophores formed at the end of development in *D. atlanticus*. Br₂ on the branchiostegal organ was first observed in the postlarval stage at 5.10 mm in standard length; PO₂ on the pectoral organ was first observed in the juvenile stage at 7.60 mm; PO₅ on the pectoral organ was first observed at the juvenile stage at 8.10 mm, and three photophores on the postero-anal organ, AOp₁, AOp₂ and AOp₃ were first observed in the juvenile stage at 10.0 mm in standard length. In *D. panurgus*, there were 27 photophores formed at the end of development. Br₂ on the branchiostegal organ and PO₅ on the pectoral organ were first observed in the juvenile stage at 6.40 mm in standard length; and then Dn on the dorso-nasal organ, Br₁ and Br₃ on the branchiostegal organ, Op₁ and Op₂ on the opercular organs, PLO on the suprapectoral organ, PVO₁ and PVO₂ on the subpectoral organ, PO₁₋₄ on the pectoral organ, SAO₃ on the supra-anal organ, VO₁₋₄ on the ventral organ, AOa₁₋₅ on the antero-anal organ, and AOp₁₋₃ on the postero-anal organ could be observed in the juvenile stage at 12.0 mm in standard length. In *D. laternatus*, there were 2 photophores formed at the end of development. Br₂ on the branchiostegal organ was first observed in the postlarval stage at 5.25 mm in standard length, and PO₅ on the pectoral organ was first observed in the postlarval stage at 6.60 mm. When considered to the other developmental characteristics, a column of chrysanthemum-shaped melanophores was distributed at the ventro-margin side above anal fin in larvae and juveniles fish of *D. atlanticus*, *D. panurgus* and *D. laternatus* separately. And this morphological characteristic is a common feature in the genus *Diogenichthys*. *D. atlanticus* larvae own a barbell which projects from the anterior tip of the lower jaw, and have a cluster of melanophores, which was large branched or starry or radiate or small chrysanthemum shaped, scattered at ventro-lateral side above the anus. However, *D. panurgus* and *D. laternatus* larvae neither own a barbell at the anterior tip of the lower jaw, nor have melanophores scattered at ventro-lateral side above the anus. There is a melanophore at the anterior tip of the lower jaw in *D. panurgus* larvae, but no such melanophore is found on that of *D. laternatus* larvae.

Key words: *Diogenichthys* Bolin, 1939; fish larvae and juveniles; categories identification; morphological characteristics; classification retrieval

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