

灯笼鱼属仔稚鱼的发育形态及其分类检索

卞晓东, 万瑞景*

(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: 研究灯笼鱼属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,以相关的灯笼鱼属仔稚鱼形态与分类特征文献为依据,对 1978 年 4—5 月和 8—10 月太平洋中部热带水域、1979 年 5—6 月西太平洋热带水域,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灯笼鱼属鱼类的仔稚鱼样品进行分类鉴定,共鉴定了栉刺灯笼鱼、闪光灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、斑点灯笼鱼、金焰灯笼鱼、东方灯笼鱼、钝吻灯笼鱼和灯笼鱼 *Myctophum* sp. 等 8 种仔稚鱼。观察和描述了其个体发育形态,并引用发光灯笼鱼、双灯灯笼鱼、粗短灯笼鱼、短颌灯笼鱼、*Myctophum* sp1. 和 *Myctophum* sp2. 的形态特征,构建了目前全球已了解的 11 种灯笼鱼以及 3 种未定到种的 *Myctophum* sp.、*Myctophum* sp1. 和 *Myctophum* sp2. 仔稚鱼的种类分类检索表。观察结果显示,灯笼鱼属仔稚鱼鱼体细长,头部呈三角形、微扁,眼非圆形,眼部脉络组织发达或有发达眼柄支撑,颊部、胸鳍和鳃盖骨边缘具黑色素,消化管末端内侧或外侧色素均匀分布,两颌生有小利牙,具脂鳍,发育过程除金焰灯笼鱼外均具有发达扇形胸鳍,这是灯笼鱼属仔稚鱼共有的形态特征。金焰灯笼鱼形态特征独特,头部非常扁平,两眼眼柄非常发达,向体外两侧伸展,消化管末端游离于体外。仔稚鱼两眼前后是否具眼柄和眼部脉络组织形状,上下颌骨末端是否具黑色素,胸鳍柄和鳍条间黑色素有无,尾柄末端、脂鳍和臀鳍后缘是否具黑色素斑分布,消化道末端色素的分布等发育形态特征是该属仔稚鱼种类鉴别和分类的主要依据。

关键词: 灯笼鱼属; 仔稚鱼; 发育形态; 分类检索

中图分类号: S 931.1

文献标志码: A

灯笼鱼属 (*Myctophum* Rafinesque, 1810) 鱼类隶属于脊椎动物门 (Vertebrata)、硬骨鱼纲 (Osteichthyes)、辐鳍亚纲 (Actinopterygii)、灯笼鱼目 (Myctophiformes)、灯笼鱼科 (Myctophidae)。陈素芝^[1]报道全球共有 14~15 种灯笼鱼属鱼类, FishBase 中记录了 16 种 (<http://fishbase.org/search.php>)。中国产栉刺灯笼鱼 [*Myctophum spinosum* (Steindachner, 1867)]、闪光灯笼鱼 (*Myctophum nitidulum* Garman, 1899)、粗鳞灯笼鱼 (*Myctophum asperum* Richardson, 1845)、金焰灯笼鱼 (*Myctophum aurolaternatum*

Garman, 1899)、钝吻灯笼鱼 (*Myctophum obtusirostris* Tåning, 1928)、双灯灯笼鱼 (*Myctophum lychnobium* Bolin, 1946)、芒光灯笼鱼 [*Myctophum affinis* (Lütken, 1892)]、东方灯笼鱼 [*Myctophum orientale* (Gilbert, 1913)]、粗短灯笼鱼 (*Myctophum selenops* Tåning, 1928) 和短颌灯笼鱼 [*Myctophum brachygnathum* (Bleeker, 1856)] 共 10 个种类^[1-3]。

灯笼鱼属鱼类体型小、寿命短、资源丰富,在海洋生态系统中主要作为大中型鱼类的基础饵料^[4-5],在海洋食物网的能量流动和转换中起着

收稿日期:2014-04-10 修回日期:2014-05-26

资助项目:国家自然科学基金(31272667);国家“九七三”重点基础研究发展规划(2011CB409805);全球变化研究重大科学研究计划项目(2010CB951204)

通信作者:万瑞景, E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn

重要的作用,同时,在南海北部海域众多小型非经济鱼类中为优势类群,在鱼类群落演替中扮演着重要角色^[5],为生态系统营养动力学和渔业资源种群动态研究的重要功能类群。

有关灯笼鱼属鱼类早期生活史的研究,Tåning^[6]详细描述了地中海斑点灯笼鱼(*Myctophum punctatum* Rafinesque, 1810)仔稚鱼形态;Pertseva-Ostroumova^[7-8]分别简要报道了太平洋栉刺灯笼鱼和粗鳞灯笼鱼稚鱼的形态以及详细报道了栉刺灯笼鱼仔稚鱼的形态;Moser等^[9]对加利福尼亚海流区(California current)闪光灯灯笼鱼仔稚鱼形态进行了详尽的描述;Moser等^[10]对东北太平洋的金焰灯笼鱼、斑点灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、发光灯笼鱼[*Myctophum phengodes* (Lütken, 1892)]、粗鳞灯笼鱼、钝吻灯笼鱼、粗短灯笼鱼、栉刺灯笼鱼、双灯灯笼鱼、*Myctophum* sp. (可能是短颌灯笼鱼)、*Myctophum* sp. [可能是费氏灯笼鱼 *Myctophum fissunovi* (Becker et Borodulina, 1971)]和 *Myctophum* sp1. 稚鱼等12个种类的形态进行了描述;Shiganova^[11]描述了大西洋斑点灯笼鱼仔稚鱼形态;Moser^[12]参照了Moser等^[10]所描述的金焰灯笼鱼和粗鳞灯笼鱼稚鱼的形态以及Moser等^[9]描述的闪光灯灯笼鱼稚鱼突出的眼睛形态,综合论述了海洋仔稚鱼的形态与功能;Fahay^[13]报道了西北大西洋斑点灯笼鱼和闪光灯灯笼鱼仔稚鱼的形态并与粗鳞灯笼鱼、钝吻灯笼鱼和粗短灯笼鱼仔稚鱼的形态进行了比较;Moser等^[14]概述了上述Moser等^[10]所描述的金焰灯笼鱼、斑点灯笼鱼、发光灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、粗短灯笼鱼和栉刺灯笼鱼6个种类的稚鱼形态,并将认为可能是短颌灯笼鱼的 *Myctophum* sp. 稚鱼确认为短颌灯笼鱼;Ozawa^[15]报道了日本东北以南太平洋外海海域的闪光灯灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、双灯灯笼鱼、东方灯笼鱼、钝吻灯笼鱼和金焰灯笼鱼仔稚鱼以及栉刺灯笼鱼稚鱼等7个种类的形态;Olivar等^[16]描述了印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区(Agulhas current)粗鳞灯笼鱼和发光灯笼鱼后期仔鱼,闪光灯灯笼鱼、粗短灯笼鱼、栉刺灯笼鱼后期仔鱼和稚鱼以及 *Myctophum* sp2. 后期仔鱼的形态,并对它们的数量分布进行了报道;Ré等^[17]报道了伊比利亚半岛(Iberian Peninsula)海域的斑点灯笼鱼仔稚鱼的形态。中国对灯笼鱼属鱼类早期生活史开展得相对较少,仅陆穗芬^[18-19]

对南海北部大陆斜坡海域的闪光灯灯笼鱼仔稚鱼形态和数量分布进行过报道;孙继仁等^[20]简要报道了东海陆架区粗鳞灯笼鱼后期仔鱼的形态和数量分布以及丘台生^[3]报道了台湾四周海域的闪光灯灯笼鱼、金焰灯笼鱼、栉刺灯笼鱼、钝吻灯笼鱼、东方灯笼鱼和粗鳞灯笼鱼仔稚鱼的形态与分布。

本研究对1978年4—5月和8—10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,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灯笼鱼属鱼类的仔稚鱼样品进行分类、鉴定,共鉴定了栉刺灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、斑点灯笼鱼、金焰灯笼鱼、东方灯笼鱼、钝吻灯笼鱼和灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp. 等8种仔稚鱼,描述了其个体的发育形态,并引用发光灯笼鱼^[10,14,16]、双灯灯笼鱼^[10,14]、粗短灯笼鱼^[10,13-14,16]、短颌灯笼鱼^[10,14]、*Myctophum* sp1.^[10]和 *Myctophum* sp2.^[16]等6种仔稚鱼的形态特征,构建了全球已了解的11种灯笼鱼和3种未定到种的 *Myctophum* sp.、*Myctophum* sp1.、*Myctophum* sp2. 仔稚鱼种类分类检索表,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

1978年4—5月和1978年9—10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(分别设置9个断面、共203个调查站位)。鱼卵和仔稚鱼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》(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,从各个调查站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逐站进行种类鉴定、发育阶段判定和个体计数,汇总各站的种类鉴定结果,统计各种仔稚鱼的数量。随后,在生物解剖镜下对主要的仔稚鱼种类进行个体形态特征观察并绘制发育形态图。

根据 Tāning^[6]、Pertseva-Ostroumova^[7-8]、Moser 等^[9-10]、Shiganova^[11]、Fahay^[13]、Ozawa^[15]、Olivar 等^[16]、Ré 等^[17]、陆穗芬^[18-19]、孙继仁等^[20]和丘台生^[3]描述的灯笼鱼属鱼类仔稚鱼形态特征,并将各文献中所描述的几个种类的形态特征相互比较,最后综合其主要的分类特征对所采集到的栉刺灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、粗鳞灯

灯笼鱼、斑点灯笼鱼、金焰灯笼鱼、东方灯笼鱼、钝吻灯笼鱼仔稚鱼样品进行分析、鉴定;对灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp. 稚鱼的鉴定以 Moser 等^[10]和 Olivar 等^[16]的文献为依据。此外,引用 Moser 等^[10,14]和 Olivar 等^[16]描述的发光灯笼鱼, Moser 等^[10,14]描述的双灯灯笼鱼, Moser 等^[10,14]和 Fahay^[13]描述的粗短灯笼鱼, Moser 等^[10,14]描述的短颌灯笼鱼, Moser 等^[10]描述的 *Myctophum* sp1.、Olivar 等^[16]描述的 *Myctophum* sp2. 仔稚鱼形态特征,构建全球已了解的 11 种灯笼鱼和 3 种未定到种的 *Myctophum* sp.、*Myctophum* sp1.、*Myctophum* sp2. 仔稚鱼种类分类检索表。

灯笼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,灯笼鱼目鱼类的发光器命名和分布参照孟庆闻等^[2](图 1)。

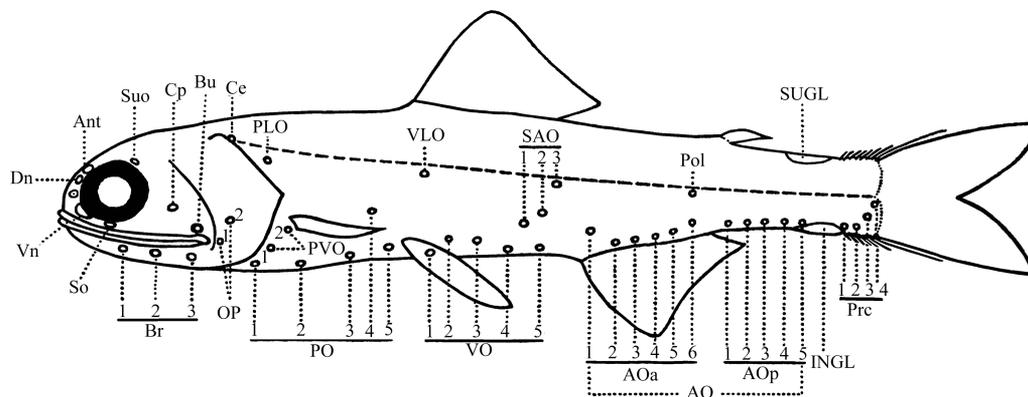


图 1 灯笼鱼目鱼类发光器名称及分布示意图^[2]

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. 颊部发光器; 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^[2]

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. supracaudal gland; INGL. infracaudal gland

2 结果

2.1 栉刺灯笼鱼

形态 背鳍 13 ~ 15, 臀鳍 18 ~ 20, 胸鳍 13 ~ 16, 脊椎骨 37 ~ 39。

稚鱼 体长 5.15 mm 的稚鱼, 吻尖, 体较细长, 略侧扁。头部较大, 为体长的 35.90%。吻长为头长的 40.00%。口微斜, 口裂较深, 达眼中

央以后, 上、下颌均生有小牙。鼻孔一个, 长圆形, 靠近吻端。眼纺锤形, 后倾前斜视, 短径为头长的 13.50%, 长径为头长的 27.00%, 脉络组织细长, 似钝锥状。腹囊长形, 肛门后位, 距吻端的距离为体长的 72.80%。背鳍位于体中部, 长形鳍条 11 ~ 12 根, 前部仍有低的鳍膜, 鳍膜较厚, 形成波状的背窝, 脂鳍出现, 与背鳍相连接的鳍膜较高。臀鳍鳍条 18 根, 尾鳍浅叉形, 胸鳍扇形。上颌骨

有一列长形的黑色素,下颌端也有一个大的星状黑色素,鼻孔前后及眼的脉络组织下方各有一个星状黑色素,前额一个黑色素,眼后4个大星状黑色素,颊部一个小星状黑色素,背鳍起点和末端以及脂鳍下方各有一个黑色素沿着肌节排列,自胸鳍基末端至臀鳍中部上方的体中线上有10~15个长条状的黑色素,腹囊后部有少数沿肌节分布的黑色素,直肠前后各有星状的黑色素,臀鳍上方的体长也有少数黑色素,尾末端有一个大星状黑色素分布。鳃盖条区发光器 Br_3 出现,脊索末端向上弯曲,肌节 $20 + 18 = 38$ 对(图2-a)。体长6.75 mm的稚鱼,头细长,吻尖,口裂达眼中央以后,两颌牙尖利。眼近似水平倾斜。背鳍有鳍条12根,背鳍前的鳍膜还没完全消失,呈低波状,脂鳍长大。臀鳍有鳍条19根。尾鳍叉形。腹鳍出现,呈芽状。胸鳍扇形。鱼体的黑色素分布变化较大,上、下颌各有3~4个黑色素,鼻孔前后各有一个黑色素,眼后鳃盖骨上有2个黑色素,胸鳍基前的鳃盖骨上有一个星状黑色素,背部体侧有11~12个黑色素沿着肌节分布,肛门后缘有一个黑色素,脂鳍和臀鳍末端各有一个星状黑色素,尾部末端一个大星状黑色素分布。鳃盖条区发光器 Br_3 明显。脊索末端向上弯曲(图2-b)。体长7.60 mm的稚鱼,头长为体长的29.60%,吻更长,吻长为头长的28.90%。口裂加深,达眼后缘下方,两颌牙尖利。眼仍向后倾,脉络组织明显。腹囊长形,肛门前移,距吻端的距离为体长的

61.20%。背鳍有鳍条12根,其前部仍有低的波状鳍膜,脂鳍长大。腹鳍生有鳍条。吻部有3个星状的黑色素,上、下颌的黑色素增至4~5个,其余各部的黑色素分布变化不大。鳃盖条区发光器 Br_3 明显。脊索末端向上弯曲(图2-c)。体长8.50 mm的稚鱼,前额微凹陷,吻尖长,下颌略长于上颌。眼仍向后倾。眼后的黑色素数量增多,呈三角形的色素斑块;背鳍末端的背缘出现一个大的星状黑色素,腹鳍前后至臀鳍末端的体中线下方的体侧,出现沿着肌节分布的黑色素,脂鳍下方和臀鳍末端的尾部上出现2个沿着肌节分布的大的弓形黑色素带,尾部末端的黑色素数量增多,其余各部的黑色素分布变化不大。鳃盖条区发光器 Br_3 明显(图2-d)。

分布 广泛分布于太平洋、印度洋和大西洋的热带水域,中国南海、东海有分布(表1)。样品系1978年5月—1979年6月采自西部太平洋 $3^{\circ}01'N \sim 16^{\circ}18'S, 140^{\circ}00' \sim 175^{\circ}00'E$ 热带水域。

2.2 闪光灯笼鱼

形态 背鳍13~14,臀鳍20~21,胸鳍13~16,脊椎骨38~40。

后期仔鱼 体长4.25 mm的后期仔鱼,头部显得大,体稍侧扁,尾部较细。吻尖长,眼高出额部,额部微凹。头长为体长的35.30%。口斜位,口裂较深,达眼后缘稍后的下方,下颌略长于上颌,吻长为头长的20.00%。鼻孔一个,长圆形,位于吻部中间。眼长圆形,向外突出并向前

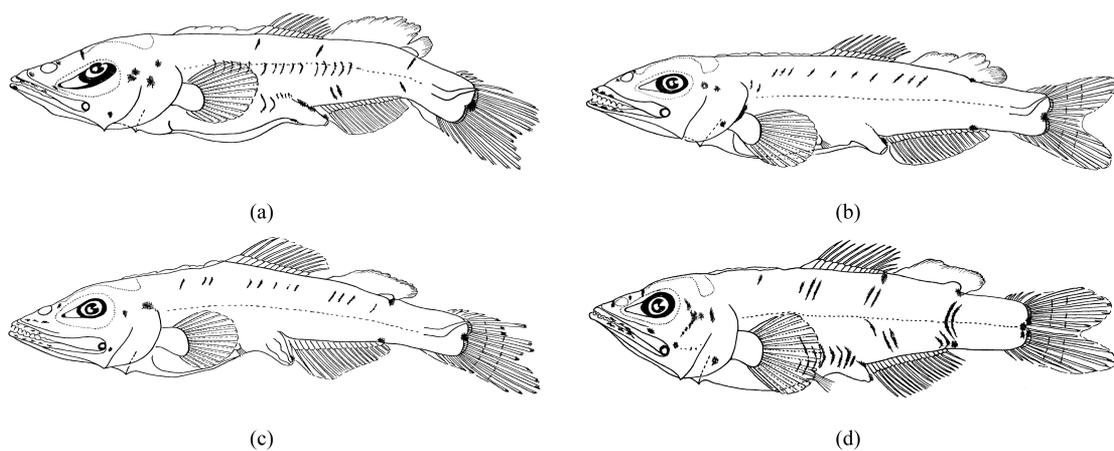


图2 栉刺灯笼鱼稚鱼

(a)体长5.15 mm; (b)体长6.75 mm; (c)体长7.60 mm; (d)体长8.50 mm

Fig. 2 Juvenile stages of *M. spinosum* (Steindachner, 1867)

(a)5.15 mm in standard length; (b)6.75 mm in standard length; (c)7.60 mm in standard length; (d)8.50 mm in standard length

表 1 世界范围内已了解的 14 种(含 3 种未定种)灯笼鱼仔稚鱼种类名录及其分布区域
 Tab. 1 A list of the 14 *Myctophum* species(including there *Myctophum* speices which allows identification at the genus level) and their locality in the world with which morphological characteristics already known

| 种类 species | 分布区域 locality | 出处 derivation |
|--|--------------------------------|--|
| 栉刺灯笼鱼 <i>Myctophum spinosum</i> (Steindachner, 1867) | 太平洋、印度洋、大西洋热带水域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 闪光灯灯笼鱼 <i>Myctophum nitidulum</i> Garman, 1899 | 太平洋、印度洋、大西洋热带和亚热带海域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 粗鳞灯笼鱼 <i>Myctophum asperum</i> Richardson, 1845 | 太平洋、印度洋、大西洋热带海域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 金焰灯笼鱼 <i>Myctophum aurolaternatum</i> Garman, 1899 | 太平洋、印度洋热带海域及东部太平洋温带海域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 东方灯笼鱼 <i>Myctophum orientale</i> (Gilbert, 1913) | 西北太平洋热带和亚热带水域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 钝吻灯笼鱼 <i>Myctophum obtusirostris</i> Tåning, 1928 | 世界各大洋热带海域,夏威夷群岛海域,黑潮流域;中国南海、东海 | 本文描述种 |
| 斑点灯笼鱼 <i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1818 | 北大西洋、地中海、太平洋 | 本文描述种 |
| 发光灯灯笼鱼 <i>Myctophum phengodes</i> (Lütken, 1892) | 太平洋、印度洋热带海域及东部太平洋温带海域 | Moser 等 ^[10,14] , Olivar 等 ^[16] |
| 粗短灯笼鱼 <i>Myctophum selenops</i> Tåning, 1928 | 太平洋、印度洋、大西洋温暖海区;中国南海 | Moser 等 ^[10,14] , Fahay ^[13] , Olivar 等 ^[16] |
| 短颌灯笼鱼 <i>Myctophum brachygnathum</i> (Bleeker, 1856) | 太平洋、印度洋热带海区;中国南海 | Moser 等 ^[10,14] |
| 双灯灯笼鱼 <i>Myctophum lychnobium</i> Bolin, 1946 | 太平洋、印度洋热带海区;中国南海 | Moser 等 ^[10,14] |
| 灯笼鱼未定种 <i>Myctophum</i> sp. | 西太平洋热带海域(采样海区),其他海区分布情况未知 | 本文描述种 |
| 灯笼鱼未定种 <i>Myctophum</i> sp1. | 东北太平洋海域(采样海区),其他海区分布情况未知 | Moser 等 ^[10] |
| 灯笼鱼未定种 <i>Myctophum</i> sp2. | 印度洋阿古尔哈斯洋流区(采样海区),其他海区分布情况未知 | Olivar 等 ^[16] |

倾,水平直径为头长的 16.70%,垂直直径为头长的 30.00%。有短的脉络,呈滴状。眼的前后有眼柄。腹囊长形,消化管细,肛门位于体中央以后,距吻端的距离为体长的 61.20%。背部鳍膜较低,肥厚,呈波状,与尾鳍相连,臀鳍鳍膜与肛门相接。鼻孔下缘有点状的黑色素胞,下颌端有一个大的黑色素,下颌骨上有一列黑色素,鳃盖骨下缘、颊部和胸下各有一列点状黑色素分布,眼后及锁骨处有星状黑色素,胸鳍柄和鳍条间有星状黑色素,肛门上缘及附近有星状黑色素,体中部的背缘和尾部中部的腹缘有大的星状黑色素分布。脊索末端平直(图 3-a)。

稚鱼 体长 6.80 mm 的稚鱼,吻尖,眼仍高出额部,额部平坦,头长为体长的 33.80%,吻长为头长的 34.80%。口斜位,口裂深,两颌约等长,均生有小牙,以上颌前部的牙较尖。眼前视,突出,脉络组织呈钝三角形。腹囊长形,直肠较粗,肛门距吻端的距离为体长的 62.50%。背部鳍膜肥厚,出现 11 个支鳍骨和 10 根鳍条,臀鳍出现 17 个支鳍骨和鳍条,胸鳍大扇状,尾鳍鳍条出现。鼻孔下缘的黑色素变小,上颌骨上出现 3~4

个长形色素,下颌骨、前鳃盖骨和颊部星、点状的黑色素增多,腹缘色素呈长星状,眼后有 3 个放射状黑色素,颅顶有一个大色素胞,胸鳍柄和鳍条间的星状黑色素增大、增多,鳃盖骨下缘、颊部和胸下的一列黑色素、肛门上缘及附近的星状黑色素以及体中部的背缘和尾部中部的腹缘星状黑色素也增大、增多。尾下骨形成,脊索末端开始向上弯曲(图 3-b)。体长 11.60 mm 的稚鱼,外形变化显著,头部较大,头长为体长的 36.20%,吻变钝圆,吻长变短,口裂深,达眼后缘,两颌生有小利牙。鼻孔分化成 2 个,向上突出。眼长圆形,正视,水平直径为头长的 14.30%,垂直直径为头长的 23.80%,前后有眼柄支撑,向外突出。肛门后位,距吻端的距离为体长的 64.60%。背鳍有鳍条 13~14 根,前方的鳍膜形成波状的背窝,脂鳍形成。臀鳍有鳍条 18 根,腹鳍形成,生有鳍条。胸鳍大扇形,有鳍条 14 根,尾鳍浅叉形。鼻孔下缘仍有小点状黑色素,眼窝后部的上、下缘有黑色素,颅顶上的色素成大枝状,下颌缝合处出现一系列星状黑色素,腹缘有大、小不同的星状和芒状黑色素直达直肠前方,尾鳍基部出现星丛状黑色素,其

余各部的黑色素分布没多大的变化(图3-c)。

分布 广泛分布于世界各大洋热带和亚热带海域,我国南海、东海有分布(表1)。样品系1985年1月—1986年5月采自黑潮流域。

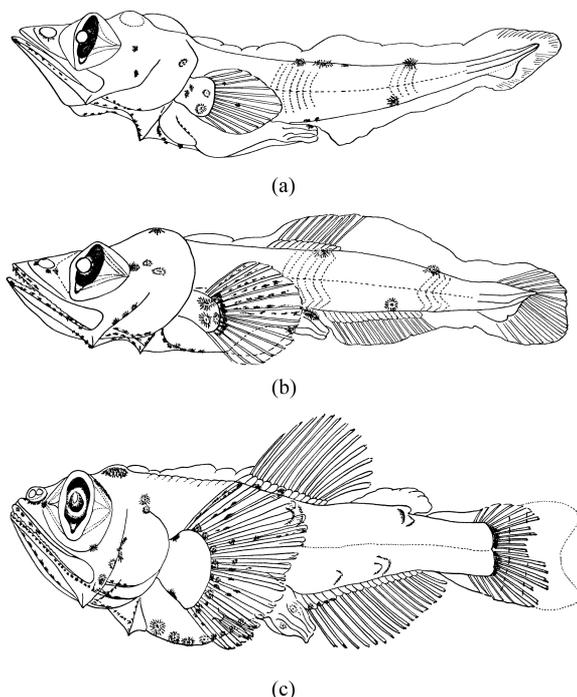


图3 闪光灯笼鱼仔稚鱼

(a)体长4.25 mm 后期仔鱼; (b)体长6.80 mm 稚鱼; (c)体长11.60 mm 稚鱼

Fig.3 Postlarval and juvenile stages of *M. nitidulum* Garman, 1899

(a) postlarval stage, 4.25 mm in standard length; (b) juvenile stage, 6.80 mm in standard length; (c) juvenile stage, 11.60 mm in standard length

2.3 粗鳞灯笼鱼

形态 背鳍12~14, 臀鳍17~19, 胸鳍14~17, 脊椎骨36~38。

后期仔鱼 体长4.50 mm 的后期仔鱼, 外形侧扁, 头部较大, 额部微凹, 腹部较圆, 尾部较细长。头长为体长的27.40%。吻稍钝, 两颌约等长, 吻长为头长的38.50%。口水平位, 口裂较深, 达眼后缘的下方。鼻孔一个, 位于吻部的中间。眼卵圆形, 向后倾斜, 短径为头长的19.30%, 长径为头长的34.60%, 眼下有三角形的脉络组织。腹囊近似三角形, 消化管粗短, 肛门位于体中部, 距吻端的距离为体长的50.50%。背部鳍膜较低, 肥厚, 呈波状, 向后与尾鳍相连。臀鳍鳍膜稍宽。背鳍和臀鳍的支鳍骨形成, 并生

有少数的鳍条, 尾鳍也出现少数鳍条, 胸鳍扇状。吻端及上颌骨生有星丛状的黑色素, 前额中部有一个较大的色素丛, 下颌端有星丛状的黑色素。鳃盖骨后缘及下鳃盖骨上有长形的黑色素丛。听囊上方有一个星状黑色素。肩部有2个长形黑色素丛沿肌节分布。背鳍起点约在第10对肌节处上方有一个大星状黑色素, 臀鳍基末端的腹缘以及相对位置的背缘各有一个大而浓的星状黑色素, 尾部末端有一个小的星状黑色素分布。尾下骨形成, 脊索末端开始向上弯曲, 肌节约35~36对(图4-a)。

稚鱼 体长5.40 mm 的稚鱼, 外形侧扁, 腹部膨大, 尾部细长。头长为体长的35.20%。吻稍钝, 两颌约等长, 前额微凹。眼卵圆形, 微向前倾, 长径为头长的34.20%, 脉络组织变成新月形。体高等于头长, 为体长的37.10%。腹囊葫芦形, 肛门距吻端的距离为体长的57.4%。背鳍出现12根鳍条, 背鳍前的波状背窝鳍膜变低, 脂鳍初步形成, 臀鳍有鳍条18~19根, 尾鳍浅叉形, 胸鳍扇状。上、下颌的色素增多, 前额出现3个丛状色素, 颊部和肩部有长形的色素, 鳃盖后缘有许多星状色素, 背鳍基部后的体侧出现2列沿肌节分布的色素丛, 胸部和腹部下缘有大的丛状色素, 胸鳍柄上出现3个星状色素, 直肠上腹缘和肛门后缘各有一个黑色素。背窝前缘、背鳍基部前缘、脂鳍下、臀鳍末端和尾部末端各有一个大小不同的色素。鳃盖条区发光器 Br_3 出现。脊索末端向上弯曲(图4-b)。体长6.00 mm 的稚鱼, 吻稍钝, 吻长为头长的39.00%, 两颌约等长, 均生有小牙, 口微斜, 口裂深达眼后缘下方。鼻孔已分化成2个。眼仍向后倾, 脉络组织呈钝锥形。背鳍有鳍条12根, 背鳍前仍有背窝的鳍膜, 脂鳍基初步形成, 臀鳍鳍条17~18根, 腹鳍形成, 呈芽状, 位较高, 胸鳍扇形。各部的色素分布变化不大。除了鳃盖条区发光器 Br_3 外还出现了鼻部背侧发光器 Dn (图4-c)。体长7.25 mm 稚鱼的额部隆起, 吻部变成截形, 其他的形态特征与6.00 mm 的稚鱼基本相似(图4-d)。体长8.00 mm 的稚鱼, 腹部膨大, 背部隆起, 体呈纺锤形, 稍侧扁, 尾部较短。头长为体长的37.50%。吻钝圆, 两颌约等长, 上颌前部的小牙呈锯齿状。眼卵圆形, 脉络组织呈上弯的新月形。腹部呈半圆形, 直肠粗短, 肛门距吻端的距离为体长的71.80%。背鳍有鳍条

13 根,背鳍前的背窝鳍膜仍较高,脂鳍基本形成,臀鳍有鳍条 19 根,胸鳍扇状,腹鳍小叶状。上颌有 2 丛黑色素,下颌端有一个黑色素,颈部有 3 丛大星状黑色素,鼻部背侧发光器 Dn 后有一个大的黑色素丛,背窝和脂鳍前的黑色素增大,肩部肌节间的黑色素丛增至 3 丛,肛门上方的体侧有肌间黑色素,尾部末端有 3 个黑色素,以中间的最大,其余各部的黑色素分布变化不大。鳃盖条区发光器 Br₃和鼻部背侧发光器 Dn 明显(图 4-e)。体长 15.50 mm 的稚鱼,外形变化比较大,已近完成变态过程,体高缩小,侧扁,尾部增长。头长为体长的 28.10%,吻钝圆,上部向前突,吻长为头长的 25.30%。鼻孔 2 个。口裂达眼后缘的下方。眼变成正圆形,脉络组织退化消失,眼径为头长的 30.00%。腹囊缩小,似三角形。肛门距吻端的距离为体长的 53.20%。背鳍有鳍条 12 根,

其前仍有低的波状鳍膜,脂鳍发育完全,臀鳍有鳍条 19 根,胸鳍增长呈长叶状,腹鳍增大,达肛门前缘,上颌和下颌有点状黑色素,肩部和肛门上方体侧的黑色素丛变小,呈长星状,胸鳍柄上仅剩一个大的星状黑色素,尾部末端也仅剩一个大的星状黑色素,其余各部的黑色素分布变化不大。发光器的分布:鼻部背侧发光器 Dn、鼻部腹侧发光器 Vn、鳃盖条区发光器 Br₁、Br₂和 Br₃、鳃盖发光器 Op₂、胸鳍上方发光器 PLO、胸鳍下方发光器 PVO₁和 PVO₂、胸部发光器 PO₁、PO₂、PO₃、PO₄和 PO₅、腹部发光器 VO₁、VO₂和 VO₃、臀前部发光器 AOa₁、AOa₂、AOa₃、AOa₄、AOa₅、AOa₆和 AOa₇、臀后部发光器 AOp₁、AOp₂、AOp₃、AOp₄和 AOp₅、尾前部发光器 Prc₁、腹鳍上方发光器 VLO、肛门上方发光器 SAO₁、SAO₂和 SAO₃和体后侧发光器 Pol(图 4-f)。

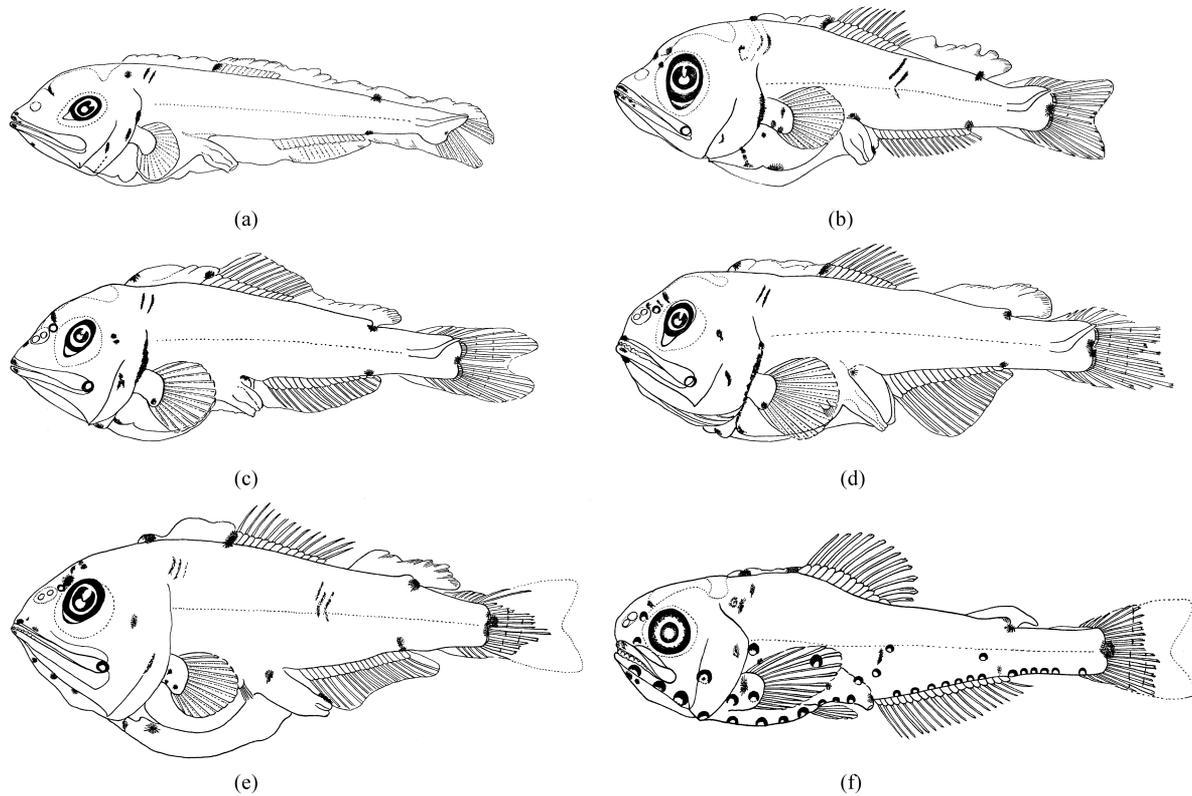


图 4 粗鳞灯笼鱼仔稚鱼

(a) 体长 4.75 mm 后期仔鱼; (b) 体长 5.40 mm 稚鱼; (c) 体长 6.00 mm 稚鱼; (d) 体长 7.25 mm 稚鱼; (e) 体长 8.00 mm 稚鱼; (f) 体长 15.50 mm 稚鱼

Fig. 4 Postlarval and juvenile stages of *M. asperum* Richardson, 1845

(a) postlarval stage, 4.75 mm in standard length; (b) juvenile stage, 5.40 mm in standard length; (c) juvenile stage, 6.00 mm in standard length; (d) juvenile stage, 7.25 mm in standard length; (e) juvenile stage, 8.00 mm in standard length; (f) juvenile stage, 15.50 mm in standard length

分布 大西洋、印度洋和太平洋热带海域,我国南海和东海有分布(表1)。样品系1978年5月—1979年6月采自西部太平洋 $3^{\circ}50'N \sim 4^{\circ}00'S$ 、 $159^{\circ}00'E \sim 173^{\circ}00'W$ 热带水域。

2.4 斑点灯笼鱼

形态 背鳍13~14,臀鳍20~22,胸鳍13~14,脊椎骨40。

后期仔鱼 体长6.0 mm的后期仔鱼,外形头部较大,尾部细长,头的前部微凹,头长为体长的33.40%。吻较尖,下颌略长于上颌,上、下颌均生有尖利的小牙,吻长为头长的40.00%。口斜位,口裂较深,达眼中央下方。鼻孔一个,大圆形,位于吻部中间。眼卵圆形,微向前倾,短径为头长的15.00%,长径为头长的25.00%。有似三角形、短的脉络组织,眼前后有明显的眼柄。腹囊呈长形,消化管末端粗大,肛门位于体中央稍后,距吻端的距离为体长的58.40%。背部鳍膜和臀鳍鳍膜均较低,透明无色。胸鳍柄呈翼状,鳍条扇形。下颌端及下颌骨上有星状黑色素,以下颌端的色素最大。眼后颊部有3个星状黑色素分布。前鳃盖骨和后鳃盖骨上分别有2个和1个黑色素,后鳃盖骨下缘有2行小星状黑色素。胸部下缘有少数黑色素,胸鳍柄上有2个大的星状黑色素。鱼体背缘有2个大星状黑色素,直肠上方和尾部中部的腹缘各有一个大的星状黑色素,脊索末端以及尾部鳍膜上各有一个小一点的星状黑色素分布,肌节 $11+18=29$ 对(图5)。

分布 北大西洋、地中海、太平洋均有分布(表1)。在非洲南部上升流区的数量较多,美国沿岸也有分布。样品系1978年5月采自西太

平洋 $3^{\circ}13'N$ 、 $130^{\circ}00'E$ 热带水域。

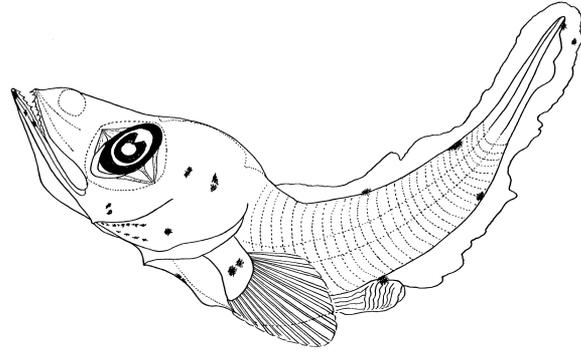


图5 斑点灯笼鱼后期仔鱼(体长6.00 mm)

Fig. 5 Postlarval stage of *M. punctatum* Rafinesque, 1818 (6.00 mm in standard length)

2.5 金焰灯笼鱼

形态 背鳍13~15,臀鳍24~25,胸鳍14~15,脊椎骨43~45。

后期仔鱼 体长17.00 mm的稚鱼,头平扁,鱼体略侧扁、细长。头长为体长的20.60%。上颌较宽,吻较尖,吻长为头长的35.70%,下颌长于上颌,上颌可见有小牙。口微斜,口裂达眼柄基部的后缘。两眼生有长的眼柄,眼柄向体外两侧伸展,眼球前视。腹囊长形,消化管细长,末端游离于体外(根据 Moser and Ahlstrom^[10]报道,其游离于体外的消化管长度约与体长相等)。背部鳍膜较厚,呈波状,自头顶开始向后与尾鳍相接,背鳍已出现11根鳍条,背鳍鳍条位于鳍膜的上缘,臀鳍基底较长,有鳍条24根,胸鳍掌状,尾鳍叉形。下颌骨有一列小星状黑色素,鳃盖骨的后缘有一个较大的黑色素,消化管上有一列大小不同的长形黑色素,臀鳍基部有10余个星状黑色素分布(图6-a,b)。

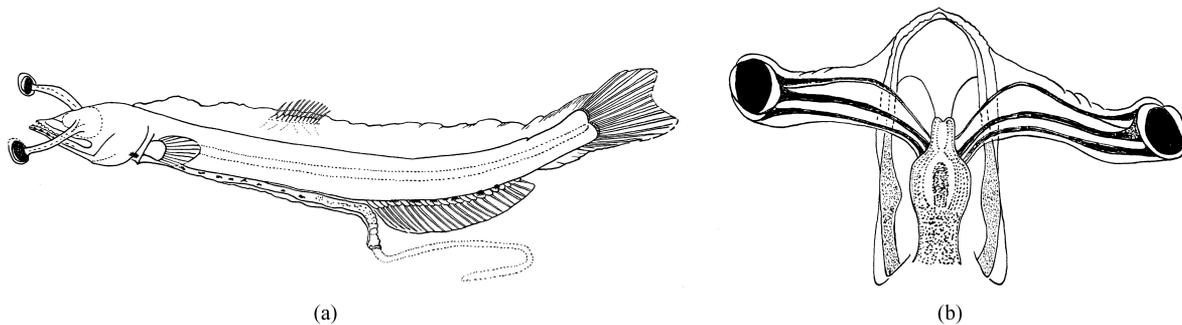


图6 金焰灯笼鱼稚鱼

(a)体长17.00 mm稚鱼;(b)体长17.00 mm稚鱼头部背面观

Fig. 6 Juvenile stages of *M. aurolaternatum* Garman, 1899

(a) juvenile stage, 17.00 mm in standard length; (b) head of the juvenile dorsal view, 17.00 mm in standard length

分布 广泛分布于太平洋、印度洋的热带海域以及东部太平洋的温带海域,中国南海、东海有分布(表1)。1978年5月和10月以及1979年5月和12月在西太平洋热带水域共采集到27尾、体长为10.0~17.0 mm的仔稚鱼。

2.6 东方灯笼鱼

形态 背鳍13,臀鳍17~19,胸鳍16~18,脊椎骨34~36。

后期仔鱼 体长5.25 mm的后期仔鱼,头部较大,额部微凹,鱼体侧扁、延长。头长为体长的32.38%。吻略尖,下颌长于上颌,两颌生有小牙。口水平位,口裂较深,达眼中央的下方。鼻孔一个,长圆形,位于吻部的中间。眼长圆形,向前视,长径为头长的29.40%,短径为头长的14.70%,脉络组织特别细长,呈锥状,为眼长径的50%。腹囊似葫芦形,直肠粗短。肛门位于体中部偏后,距吻端的距离为体长的57.20%。背鳍出现8根鳍条,前方仍有低波状的背囊鳍膜,后方的鳍膜与尾鳍膜相连。臀鳍支鳍骨形成,鳍膜较低,尾下骨形成并出现少数鳍条,胸鳍较大,团扇状,有鳍条14~15根。吻端及上颌有3个星状黑色素,下颌端有一个星状黑色素。鼻孔上、下缘有黑色素分布。前脑前缘有一个大的星状黑色素。颊部和下缘有数个黑色素。鳃盖上出现一个星状黑色素。胸鳍柄下部有大小不同的星状黑色素3~4个。胸鳍条间有许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素。脊索末端平直,肌节 $17 + 18 = 35$ 对(图7-a)。

稚鱼 体长8.10 mm的稚鱼,背部隆起,腹部膨大,头部中等大,额部微凸,吻较尖,下颌长于上颌,两颌生有小牙,吻长为头长的40.60%。鼻孔变成三角形,接近吻端。眼长圆形,水平直径为头长的14.10%,垂直直径为头长的25.00%,脉络组织呈锥形,显著长,与眼长径等长。腹囊较大,肛门距吻端的距离为体长的46.90%。背鳍有鳍条12根,背鳍前仍有波状的短鳍膜,脂鳍形成。臀鳍接肛门,有鳍条18~19根。胸鳍团扇状。腹鳍出现,位较高,呈小叶状。吻端有数个星状黑色素,下颌中部有3~4个星丛状黑色素。鼻孔上下各有一个星状黑色素,前脑部有2个黑色素。鳃盖后下及颊部有放射状的黑色素。胸鳍柄后下有一个放射状的黑色素,胸鳍条间有许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素。鳃盖条区发光器 Br_3 出现。脊索末端向上弯曲(图7-b)。体长

9.00 mm的稚鱼,额部隆起,腹部更为膨大。头长为体长的38.90%。吻变短,较前期钝尖,吻长为头长的35.70%。眼向后倾,长径为头长的50.00%,短径为头长的15.30%。背鳍有鳍条13根,背鳍前仍有波状的鳍膜,脂鳍发育完全,臀鳍有鳍条19根,胸鳍团扇状,腹鳍出现鳍条,尾鳍叉形。各部的黑色素分布无变化。鳃盖条区发光器 Br_3 明显(图7-c)。

分布 主要分布于西北太平洋热带和亚热带水域,中国南海、东海有分布(表1)。样品系1985年1月采自东海黑潮流域。

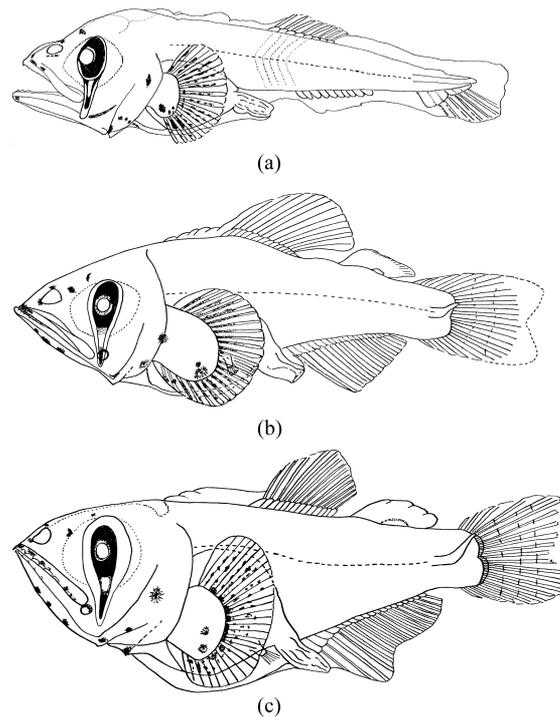


图7 东方灯笼鱼仔稚鱼

(a)体长5.25 mm后期仔鱼; (b)体长8.10 mm稚鱼; (c)体长9.00 mm稚鱼

Fig. 7 Postlarval and juvenile stages of *M. orientale* (Gilbert, 1913)

(a) postlarval stage, 5.25 mm in standard length; (b) juvenile stage, 8.10 mm in standard length; (c) juvenile stage, 9.00 mm in standard length

2.7 钝吻灯笼鱼

形态 背鳍12~13,臀鳍18~19,胸鳍19~22,脊椎骨34~36。

稚鱼 体长4.75 mm的稚鱼,外形头部显得大,体侧较高,粗壮,腹部膨大,头部的前部微凹,头长为体长的35.80%。口微斜,口裂深,达眼后缘的下方,吻钝尖,吻长为头长的28.50%,

两颌约等长,均生有尖牙。鼻孔一个,圆形。眼呈卵圆形,向后倾,短径为头长的 23.50%,长径为头长的 38.30%,生有钝锥形的脉络组织,其长度为眼短径的 1/2。腹囊较大,呈三角形,肛门位于体中央偏后,距吻端的距离为体长的 63.20%。背鳍出现 12 根鳍条,背鳍前仍有低的鳍膜,鳍膜呈波状的背窝,脂鳍形成,脂鳍前的鳍膜不与背鳍鳍膜相连。臀鳍鳍条 18 根。尾鳍叉形。胸鳍扇形,鳍条 16 根。上、下颌端各有一个星状黑色素,前额中部有一个长的星状黑色素。鳃盖骨后缘有数个星状黑色素聚集成色素堆。直肠下缘有一个黑色素分布。鼻部背侧发光器 D_n 和鳃盖条区发光器 Br_3 出现。脊索末端向上弯曲(图 8-a)。体长 4.85 mm 的稚鱼,头长为体长的 39.60%。吻钝尖,两颌约等长。眼仍向后倾,脉络组织变短,钝锥形,其长度为眼短径的 1/4。腹囊大,肛门后位。背鳍鳍条 13 根,前面仍有低的、呈波状的背窝鳍膜,脂鳍明显。臀鳍鳍条 19 根。尾鳍叉形。胸鳍扇形。鳃盖骨后缘星状黑色素堆数量增多,其余各部的黑色素分布变化不大。鼻部背侧发光器 D_n 和鳃盖条区发光器 Br_3 明显。脊索末端向上弯曲(图 8-b)。体长 5.20 mm 的稚鱼,形态特征与前期的个体变化不大,仅吻变钝(图 8-c)。体长 6.65 mm 的稚鱼,腹部圆、大,体较高。眼更加向后倾,仍为卵圆形,短径为头长的 20.00%,脉络组织缩短。头长为体长的 37.60%。各鳍发育完全,背鳍前面仍有低的、呈波状的背窝鳍膜,腹鳍位较高。鳃盖骨后缘的黑色素变成大的放射状黑色素丛,胸鳍柄上出现 3 个星状黑色素,其余各部的黑色素以及发光器的分布无变化(图 8-d)。

分布 大西洋、印度洋和太平洋热带海域,夏威夷群岛海域以及黑潮流域也有分布;中国东海和南海有分布(表 1)。仔稚鱼多在 2—9 月出现。样品系 1979 年 5—6 月采自西部太平洋 $6^{\circ}00'N \sim 6^{\circ}00'S$ 、 $163^{\circ}20'E \sim 171^{\circ}30'W$ 热带水域以及 1985 年 2 月采自东海外海黑潮流域。

2.8 灯笼鱼未定种

后期仔鱼 体长 3.25 mm 的后期仔鱼,头长为体长的 38.40%。吻钝尖。肛门位于体中央以后,距吻端的距离为体长的 64.60%。眼卵圆形,短径为头长的 20.00%,长径为头长的 36.00%,脉络组织钝锥形。

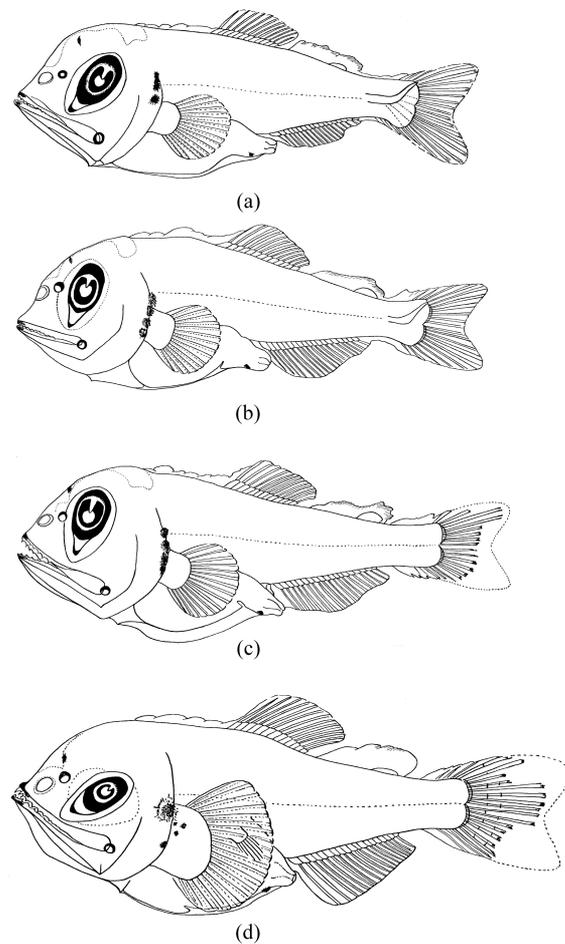


图 8 钝吻灯笼鱼稚鱼

(a) 体长 4.75 mm; (b) 体长 4.85 mm; (c) 体长 5.20 mm;
(d) 体长 6.65 mm

Fig. 8 Juvenile stages of *M. obtusirostris*
Tåning, 1928

(a) 4.75 mm in standard length; (b) 4.85 mm in standard length;
(c) 5.20 mm in standard length; (d) 6.65 mm in standard length

稚鱼 体长 8.50 mm 的稚鱼,外形较粗壮,腹部较大,前额隆起,头部中等大,体稍侧扁。头长为体长的 33.50%。吻钝尖,吻长为头长的 26.30%。口斜位,口裂较深,达眼后缘以后,两颌约等长,上、下颌均生有小牙。鼻孔一个,近似圆形,位于吻部的中间。眼卵圆形,短径为头长的 22.80%,脉络组织明显,呈钝锥状。腹囊膨大,体高等于头长,为体长的 35.30%。肛门位于体中央以后,距吻端的距离为体长的 62.90%。背鳍有鳍条 13 根,脂鳍形成。臀鳍接近肛门,有鳍条 24 根。尾鳍叉形。胸鳍呈大扇形,有鳍条 19 根。腹鳍生有 5 根鳍条。额部中部有 2 个星状黑色素,听囊后缘及鳃盖骨后缘的上方,有大星状的黑色素组成的色素斑块,鳃盖骨后缘的下方有 3 个长条状的黑色

素以及胸鳍柄上有 3 个星状的黑色素分布。鼻部背侧发光器 Dn 和鳃盖条区发光器 Br₃ 出现(图 9)。

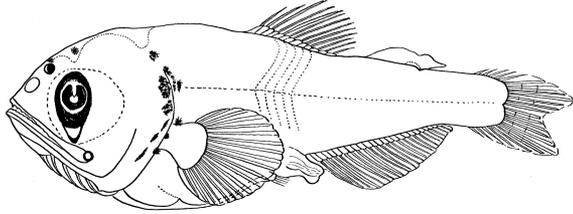


图 9 灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp. 稚鱼
(体长 8.50 mm)

Fig. 9 Juvenile stages of *Myctophum* sp.
(8.50 mm in standard length)

分布 样品系 1979 年 6 月采自西太平洋 0°06'N、169°45'E 热带水域(表 1)。

2.9 种类的分类检索

对本研究描述的 8 种灯笼鱼仔稚鱼,并引用文献报道的发光灯笼鱼^[10,14,16]、双灯灯笼鱼^[10,14]、粗短灯笼鱼^[10,13-14]、短颌灯笼鱼^[10,14]、*Myctophum* sp1.^[10] 和 *Myctophum* sp2.^[16] 6 种仔稚鱼,共计 11 种全球已了解的灯笼鱼和 3 种未定到种的 *Myctophum* sp.、*Myctophum* sp1.、*Myctophum* sp2. 仔稚鱼形态特征进行比较、归纳,制定分类检索表如下:

- 1(19) 两眼前后无明显眼柄
- 2(8) 尾柄末端、脂鳍和臀鳍基后缘各有一个星状黑色素,消化道末端内侧具黑色素斑
- 3(6) 吻尖,体较细长,略侧扁;胸鳍柄、鳃盖骨下缘和胸下无色素分布
- 4(5) 自胸鳍基末端至臀鳍中部上方体中线上侧和腹囊后部具沿肌节分布长条状黑色素;脉络组织细长,似钝锥状……………栉刺灯笼鱼 *Myctophum spinosum* (Steindachner, 1867)
- 5(4) 体中线上部,腹囊后部无黑色素沿肌节分布;脉络组织细长,似钝锥状……………双灯灯笼鱼 *Myctophum lychnobium* Bolin, 1946
- 6(3) 吻稍钝,外形侧扁;胸鳍柄、鳃盖骨下缘和胸下具色素分布
- 7(8) 腹部膨大;颊部和肩部具长形色素,鳃盖骨后缘有许多星状色素,背窦前缘、背鳍基部前缘具 1 个黑色素……………粗鳞灯笼鱼 *Myctophum asperum* Richardson, 1845
- 8(2) 尾柄末端、脂鳍和臀鳍基后缘无黑色素分布,消化道末端内侧不具黑色素斑
- 9(13) 上下颌骨前端均有星状黑色素
- 10(12) 胸鳍柄下部具大小不等的星状黑色素,胸鳍鳍条间有许多沿鳍条分布星状点状黑色素;眼部脉络组织呈锥状与眼长径等长,肛门位于体中部稍前……………东方灯笼鱼 *Myctophum orientale* (Gilbert, 1913)
- 11(12) 胸鳍柄下部具大小不等星状黑色素,胸鳍条间有沿鳍条分布星状点状黑色素;眼部脉络组织短小呈锥形,肛门前位……………发光灯笼鱼 *Myctophum phengodes* (Lütken, 1892)
- 12(10) 胸鳍柄和鳍条间无黑色素分布;眼部脉络组织短小,呈钝锥形,肛门后位……………钝吻灯笼鱼 *Myctophum obtusirostris* Tåning, 1928
- 13(9) 上下颌骨前端均无星状黑色素
- 14(16) 消化道末端外侧具黑色素
- 15(14) 消化道下缘具 1 黑色素丛,胸鳍柄和鳍条间无黑色素分布;眼部脉络组织短小,呈钝锥形;肛门后位……………短颌灯笼鱼 *Myctophum brachygnathum* (Bleeker, 1856)
- 16(14) 消化道末端外侧无黑色素
- 17(18) 胸鳍柄下部具大小不等星状黑色素,胸鳍条间有许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素分布;眼部脉络组织显著长,呈锥状与眼长径等长;肛门位于体中部稍前……………粗短灯笼鱼 *Myctophum selenops* Tåning, 1928
- 18(17) 胸鳍柄与胸鳍条间无色素分布;眼部脉络组织明显,呈钝锥状;肛门后位……………灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp.
- 19(1) 两眼前后有明显眼柄支撑
- 20(27) 眼柄不发达、胸鳍柄、鳃盖骨下缘、颊部和胸下具黑色素分布,消化管末端不游离于体外
- 21(26) 胸鳍条上有许多大、小不同的色素分布
- 22(23) 脊索末端及尾部末端具星状黑色素分布……………灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp1.
- 23(22) 脊索末端及尾部末端无星状黑色素分布
- 24(25) 颅顶、背鳍基部、脂鳍基部后缘、尾部中部的腹缘有大的星状黑色素、消化道末端内侧具黑色素斑……………闪光灯灯笼鱼 *Myctophum nitidulum* Garman, 1899
- 25(24) 颅顶、背鳍基部、脂鳍基部后缘、尾部中部的腹缘无星状黑色素、消化道末端内侧不具黑色素斑……………灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp2.

- 26(21) 胸鳍条上无色素分布……………斑点灯笼鱼 *Myctophum punctatum* Rafinesque, 1818
 27(20) 胸鳍柄、鳃盖骨下缘、颊部和胸下无黑色素分布,头部非常扁平,眼柄显著发达,向体外两侧伸展,消化管在臀鳍起点前脱离身体而游离于体外,末端可延伸至臀鳍末端……………金焰灯笼鱼 *Myctophum aurolaternatum* Garman, 1899

以上描述的 14 种灯笼鱼属(包括未定种)仔稚鱼鱼体细长,头部呈三角形微扁,眼球非圆形,眼部脉络组织发达或有发达眼柄支撑,颊部、胸鳍和鳃盖骨缘具黑色素,消化管末端内侧或外侧色素均匀分布,两颌生有小利牙,具脂鳍,发育过程除金焰灯笼鱼外均具有发达扇形胸鳍,这些是灯笼鱼属仔稚鱼共有形态特征。仔稚鱼两眼前后是否具眼柄和眼部脉络组织形状,上下颌骨末端是否具黑色素,胸鳍柄和鳍条间黑色素有无,尾柄末端、脂鳍和臀鳍后缘是否具黑色素斑分布,消化道末端色素的分布等发育形态特征是该属仔稚鱼种类鉴别和分类的主要依据。

3 讨论

3.1 中国灯笼鱼属鱼类的分布

灯笼鱼属鱼类属小型的深海鱼类^[2],全球共记录有 16 种(<http://fishbase.org/search.php>),主要分布于太平洋 42°N~42°S,印度洋 20°N~34°S 和大西洋 65°N~40°S 的广阔海域^[14]。中国有记录的种类为栉刺灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、金焰灯笼鱼、钝吻灯笼鱼、东方灯笼鱼、双灯灯笼鱼、芒光灯灯笼鱼、粗短灯笼鱼和短颌灯笼鱼共 10 种^[1-3]。

孟庆闻等^[2]报道,灯笼鱼属鱼类大多数种类有昼夜移动现象,夜晚移动到海表面,中国产闪光灯灯笼鱼、钝吻灯笼鱼、金焰灯笼鱼、双灯灯笼鱼、短颌灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼和棘刺灯笼鱼,但未阐述各相关鱼种具体分布海区。陈素芝^[1]报道金焰灯笼鱼、栉刺灯笼鱼、双灯灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、粗短灯笼鱼、芒光灯灯笼鱼和短颌灯笼鱼分布于中国南海海域;钝吻灯笼鱼和粗鳞灯笼鱼则分布于中国东海和南海海域。李永振等^[5]报道闪光灯灯笼鱼、钝吻灯笼鱼,双灯灯笼鱼,粗鳞灯笼鱼和短颌灯笼鱼等鱼类在南海北部 200 m 以深大陆斜坡海域有丰富的资源。丘台生^[3]报道,钝吻灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼和东方灯笼鱼的仔稚鱼广泛分布于中国台湾省四周海域,其中以台湾东北及西南水域出现频率最高;金焰灯笼鱼则主要分布在台湾省西南水域和东侧远岸黑潮流域,而在台湾省西侧海域无本种分布;闪光灯灯笼鱼和栉刺灯笼鱼主要分布

在台湾省东岸的黑潮流域,西岸澎湖水道附近无本种分布。此外,陆穗芬^[18-19]报道,闪光灯灯笼鱼仔稚鱼在南海北部大陆斜坡海域有分布;孙继仁等^[20]报道,东海陆架区出现粗鳞灯笼鱼仔稚鱼的分布。本研究所观察的钝吻灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼和东方灯笼鱼 3 种仔稚鱼样品均采集于东海外海黑潮流域。可见,双灯灯笼鱼、短颌灯笼鱼、粗短灯笼鱼、芒光灯灯笼鱼分布于中国南海海域以及钝吻灯笼鱼和粗鳞灯笼鱼分布于东海和南海海域是毫无疑问的;而金焰灯笼鱼、栉刺灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、东方灯笼鱼则不仅仅分布于南海海域,东海及其外海也有分布(表 1)。

3.2 对灯笼鱼属鱼类仔稚鱼的认识

对目前全球有记录的 16 种灯笼鱼属鱼类(<http://fishbase.org/search.php>)仔稚鱼的认识,除了本研究依照相关的文献^[3,6-11,13,15-20]鉴定和描述的栉刺灯笼鱼、闪光灯灯笼鱼、粗鳞灯笼鱼、金焰灯笼鱼、钝吻灯笼鱼、东方灯笼鱼和斑点灯笼鱼仔稚鱼外, Moser 等^[10]、Fahay^[13]、Ozawa^[15]和 Oliva 等^[16]分别对粗短灯笼鱼、发光灯灯笼鱼和双灯灯笼鱼仔稚鱼进行了鉴定和描述; Moser 等^[10]在鉴别东北太平洋海域 12 种灯笼鱼仔稚鱼时,认为两种体长为 7.5 mm 和 7.4 mm 的稚鱼有可能分别是短颌灯笼鱼和费氏灯笼鱼,此后, Moser 等^[14]将体长为 7.5 mm 稚鱼确认为短颌灯笼鱼,对费氏灯笼鱼仔稚鱼依然还没完全认识。目前对奥氏灯笼鱼(*Myctophum ovcharovi* Tsarin, 1993)、新月灯笼鱼(*Myctophum lunatum* Becker et Borodulina, 1978)和 *Myctophum indicum* (Day, 1877)以及中国海域有分布的芒光灯灯笼鱼的仔稚鱼还完全不认识。

此外,本研究、Moser 等^[10]以及 Olivar 等^[16]还分别记录了 3 种西太平洋 0°06'N、169°45'E 热带水域、东北太平洋海域以及印度洋西南部阿古尔哈斯洋流区体长分别为 8.50 mm 的 *Myctophum* sp.、9.1 mm 的 *Myctophum* sp1. 稚鱼以及体长为 5.5 mm 的 *Myctophum* sp2. 后期仔鱼。对斑点灯笼鱼仔稚鱼的认识, Tåning^[6]、Moser 等^[10]、Shiganova^[11]、Fahay^[13]和 Ré 等^[17]分别对地中海、东北太平洋、大西洋、西北大西洋

和伊比利亚半岛海域的斑点灯笼鱼仔稚鱼形态进行过观察和描述,本研究对 1978 年 5 月采自西太平洋 3°13'N、130°00'E 热带水域的斑点灯笼鱼稚鱼的描述为中国对该种的首次记录。

3.3 灯笼鱼属鱼类仔稚鱼鉴别要点

仔稚鱼鉴别与其发育过程一样,应当是一个动态的过程。鉴别仔稚鱼往往采用比较和排除法^[19]。仔稚鱼的体形、色素分布和数量、不同发育阶段各鳍的相对位置、形态和鳍条数目等外形和计数形质可以作为其分类鉴别基本特征^[20-21]。虽然这些形态特征可能在一个很小范围内波动,但在早期发育阶段相互结合这些形态特征对于仔稚鱼鉴别至关重要。灯笼鱼属仔稚鱼体型特殊很容易分别,本研究所涉及的目前全球已了解的 11 种灯笼鱼以及 3 种未定到种的 *Myctophum* sp.、*Myctophum* sp1. 和 *Myctophum* sp2. 仔稚鱼的鱼体细长,头部呈三角形微扁,眼球非圆形,眼部脉络组织发达或有发达眼柄支撑,颊部、胸鳍和鳃盖骨缘具黑色素,消化管末端内侧或外侧色素均匀分布,两颌生有小利牙,具脂鳍,发育过程除金焰灯笼鱼外均具有发达扇形胸鳍,这些是灯笼鱼属仔稚鱼共有形态特征;由基本外形分辨至属的水准时,再根据计数形质(如肌节数、鳍条数、脊椎数等)、肛门在胚体中的位置、仔稚鱼两眼前后是否具眼柄和眼部脉络组织形状,上下颌骨末端是否具黑色素,胸鳍柄和鳍条间黑色素有无,尾部末端、脂鳍和臀鳍基后缘是否具黑色素分布等发育形态特征、及体型之高瘦与长短等综合起来,结合成鱼的地理分布资料,以及该种分布区域的可能性,可以将仔稚鱼确认到种的分类阶元^[21]。

金焰灯笼鱼仔稚鱼形态较为奇特,头部非常扁平,眼柄显著发达向两侧伸展,眼球前视,在发育、变态过程中,眼柄逐渐缩短,变态完成后眼的形状趋于正常;背鳍出现在背部鳍膜的边缘;消化管在臀鳍起点前脱离身体而游离于体外,末端可延伸至臀鳍末端。栉刺灯笼鱼仔稚鱼外部形态特征与双灯灯笼鱼、斑点灯笼鱼以及闪光灯灯笼鱼相似。它们之间的区别在于:栉刺灯笼鱼与双灯灯笼鱼眼睛无眼柄,斑点灯笼鱼与闪光灯灯笼鱼眼具眼柄。栉刺灯笼鱼仔稚鱼体形细长,吻部也较长,尾柄末端、脂鳍和臀鳍后缘各有一个星状黑色素,消化道末端内侧具黑色素斑,胸鳍上无色素分布,鳃盖骨下缘、颊部和胸下无色素分布,自胸鳍基末端至臀

鳍中部上方体中线上侧和腹囊后部具沿肌节分布长条状黑色素,脉络组织细长,似钝锥状;双灯灯笼鱼与栉刺灯笼鱼体型相近,脂鳍和臀鳍后缘也各有一个星状黑色素,特别是尾柄末端具有 1 个大黑色素斑,眼部脉络组织细长,似钝锥状,而体中线上部,腹囊后部无沿肌节分布黑色素。闪光灯灯笼鱼仔稚鱼外形、吻部和脉络组织均较短,上、下颌的色素多,胸鳍柄和鳍条上有许多大、小不同的色素分布,鳃盖骨下缘、颊部和胸下各有一列点状黑色素分布,脊索末端及尾部末端无星状黑色素分布;而斑点灯笼鱼仔稚鱼胸鳍柄呈翼状,胸鳍柄上有 2 个星状黑色素而鳍条上无色素分布,脊索末端以及尾部鳍膜上具黑色素分布。粗鳞灯笼鱼尾柄末端、脂鳍和臀鳍后缘各有一个星状黑色素,直肠上腹缘和肛门后缘各有一个黑色素,胸鳍柄、鳃盖骨下缘和胸下具色素分布,且颊部和肩部具长形色素,背窝前缘、背鳍基部前缘具 1 个黑色素。

东方灯笼鱼仔稚鱼外部形态特征与发光灯灯笼鱼^[10,14,16]以及钝吻灯笼鱼相似,上下颌骨前端均有星状黑色素,主要区别为东方灯笼鱼仔稚鱼直肠下缘无黑色素,胸鳍柄下部具大小不等的星状黑色素、胸鳍条间具许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素,脉络组织特别长,为眼长径的 1/2,发光器发育较晚,体长达 6.70 mm 时才出现鳃盖条区发光器 Br_2 ;发光灯灯笼鱼仔稚鱼直肠下缘无黑色素,胸鳍柄下缘具星状黑色素,胸鳍条间有许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素分布,眼部脉络组织短小呈锥形,发光器发育较晚,体长达 6.50 mm 时才出现鳃盖条区发光器 Br_2 ^[16];而钝吻灯笼鱼仔稚鱼直肠下缘有一个黑色素,胸鳍柄和鳍条间没有黑色素分布,鼻部背侧发光器 Dn 和鳃盖条区发光器 Br_2 出现较早(体长 4.75 mm),脉络组织短小。短颌灯笼鱼仔稚鱼的外部形态特征与粗短灯笼鱼相似,上下颌骨前端均无星状黑色素。主要区别:短颌灯笼鱼仔稚鱼消化管下缘具一星芒状黑色素从,胸鳍柄和鳍条间没有黑色素分布,眼部脉络组织短小,呈钝锥形,发光器发育较晚,体长达 6.00 mm 时才出现发光器 Dn 和 Br_2 ^[10,14];粗短灯笼鱼消化管下缘无色素分布,胸鳍柄下部具大小不等星状黑色素,胸鳍条间有许多沿鳍条分布的星状、点状黑色素分布,眼部脉络组织显著长,呈锥状与眼长径等长,发光器发育较早,体长

达 5.0 mm 时即出现发光器 Dn 和 Br₂^[10,13]。

灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp. 仔稚鱼的外形与钝吻灯笼鱼有所相似, 主要区别在于: *Myctophum* sp. 鳃盖骨后缘的黑色素数量较钝吻灯笼鱼多, 听囊后缘具有黑色素分布; 而钝吻灯笼鱼仔稚鱼听囊后缘没有黑色素分布, 但额部中部的黑色素数量较 *Myctophum* sp. 仔稚鱼多而且上、下颌端各有一个星状黑色素以及直肠下缘有一个黑色素分布。由于资料有限, 目前仅能鉴定为灯笼鱼未定种 *Myctophum* sp.。3 种未定到种的灯笼鱼属仔稚鱼外部形态也较容易区分, *Myctophum* sp. 稚鱼无眼柄, 胸鳍柄与胸鳍条间无色素分布; 而 *Myctophum* sp1.^[10] 稚鱼和 *Myctophum* sp2.^[16] 稚鱼具有眼柄, 胸鳍柄与胸鳍条上有许多大、小不同的色素分布。*Myctophum* sp1. 和 *Myctophum* sp2. 仔稚鱼区别主要在于 *Myctophum* sp1. 稚鱼脊索末端及尾部末端具星状黑色素分布^[10], 而 *Myctophum* sp2. 脊索末端及尾部末端无星状黑色素分布^[16]。

对各航次海上调查期间帮助采样的各位科研人员以及“向阳红 05”、“实践号”和“向阳红 09”科学考察船船长、轮机长和全体船员谨致谢忱, 同时感谢农业部黄渤海渔业资源环境科学观测实验站对本项研究给予的资助!

参考文献:

- [1] Chen S Z. Fauna sinica, Ostichthyes, Myctophiformes, Cetomiformes, Osteoglossiformes [M]. Beijing: Science Press, 2002: 133 - 148. [陈素芝. 中国动物志 - 硬骨鱼纲 - 灯笼鱼目 - 鲸口鱼目 - 骨舌鱼目. 北京: 科学出版社, 2002: 133 - 148.]
- [2] Meng Q W, Su J X, Miao X Z. Systematics of fishes [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 366 - 372. [孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学. 北京: 中国农业出版社, 1995: 366 - 372.]
- [3] Qiu T S. Marine fish larvae in waters around Taiwan [M]. Gaoxiang: Preparatory Office of the National Museum of Marine Biology, 1999: 93 - 104. [丘台生. 台湾的仔稚鱼. 高雄: 国立海洋生物博物馆筹备处, 1999: 93 - 104.]
- [4] Kawaguchi K, Ikeda H, Tamura M, et al. Geographical distribution of surface-migrating myctophid fishes (genus *Myctophum*) in the tropical and subtropical Pacific and Indian Oceans [J]. Bulletin Far Seas Fisheries Research Laboratory, 1972(6): 23 - 37.
- [5] Li Y Z, Chen G B, Zhao X Y, et al. Acoustic assessment of non-commercial small-size fish resources in the northern waters of South China Sea [J]. Periodical of Ocean University of China: Natural Sciences, 2005, 35(2): 206 - 212. [李永振, 陈国宝, 赵宪勇, 等. 南海北部海域小型非经济鱼类资源声学评估. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2005, 35(2): 206 - 212.]
- [6] Tåning Å V. Mediterranean Scopelidae (*Saurus aulopus*, *Chlorophthalmus*, and *Myctophum*) [R]. Report on the Danish oceanographical expeditions 1908 - 1910 to the Mediterranean and adjacent seas, 1918: 1 - 154.
- [7] Pertseva-Ostroumova T A. On some morphological characteristics of myctophid larvae (Myctophidae, Pisces) [J]. Trudy Instituta Okeanologii Akademii Nauk Soyuz Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik, 1964(73): 76 - 92.
- [8] 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.
- [9] Moser H G, Ahlstrom E H. Development of lanternfishes (family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae [J]. Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History Science, 1970(7): 1 - 145.
- [10] Moser H G, Ahlstrom E H. Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: the Myctophidae, a case study [J]. Fishery Bulletin, 1974, 72(2): 391 - 413.
- [11] 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.
- [12] Moser H G. Morphological and functional aspects of marine fish larvae [M] // Lasker R. ed. Marine fish larvae. Morphology, ecology, and relation to fisheries. Seattle and London: Washington Sea Grant Program, 1981: 89 - 131.
- [13] 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, <http://www.sexuebao.cn>

- 1983(4):1-423.
- [14] Moser H G, Ahlstrom E H, Paxton J R. Myctophidae: development [M] // Moser H G, Richards W J, Cohen, D M, *et al.* eds. Ontogeny and systematics of fishes. An international symposium dedicated to the memory of Ahlstrom E H special publication number 1. Lawrence: American Society of Ichthyologists and Herpetologists, 1984; 218-234.
- [15] Ozawa T. Early life history of family Myctophidae in the ocean off southern Japan [M] // Ozawa T. ed. Studies on the oceanic ichthyoplankton in the western North Pacific. Fukuoka: Kyushu University Press, 1986; 114-188.
- [16] Olivar D A, Moser H G, Beckley L E. Lanternfish larvae from the Agulhas current (SW Indian Ocean) [J]. *Scientia Marina*, 1999, 63(2): 101-120.
- [17] Ré P, Meneses I. Early stages of marine fishes occurring in the Iberian Peninsula [J]. *INIAP/IPIMAR-IMAR*, 2008; 1-282.
- [18] Lu S F. Fish eggs and larvae [R]. South China Sea Fisheries Institute, National Bureau of Aquatic Products China. Report on the comprehensive survey on fishery resources in the continental slope of northern part of South China Sea, 1981: 1-46. [陆穗芬. 鱼卵仔鱼. // 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考察报告, 1981: 1-46.]
- [19] Lu S F. Studies on the distribution of the deep-sea fish larvae and juveniles of the continental slope and its vicinity in the Northern South China Sea [C]. *Transactions of the Chinese Ichthyological Society* (No. 4). Beijing: Science Press, 1985: 171-185. [陆穗芬. 南海北部大陆斜坡海域深海鱼类仔稚鱼的分布. // 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.]
- [20] Sun J R, Wu G Z. Studies on lanternfish larvae (Myctophidae, Pisces) from the continental shelf of the East China Sea [J]. *Studia Marina Sinica*, 1982, 19: 101-114. [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.]
- [21] Ahlstrom E, Moser H. Characters useful in identification of pelagic marine fish eggs [R]. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, 1980, 21: 121-131.

Morphogenesis and taxonomic identification of larvae and juveniles in genus *Myctophum* Rafinesque, 1810

BIAN Xiaodong, WAN Ruijing*

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

Abstract: In order to recognize the morphogenesis and its application in the taxonomic identification of fish larvae and juveniles in genus *Myctophum* Rafinesque, 1810, larvae and juveniles samples collected during the oceanographical expedition cruises, which were carried out in central and western tropical Pacific during April 1978 to June 1979 and in Kuroshio Current extension regions of the East China Sea during April 1984 to June 1986, were identified separately based on the references related to the morphological and taxonomic features of this genus. The authors identified the larvae and juveniles of *Myctophum spinosum* (Steindachner, 1867), *M. nitidulum* Garman, 1899, *M. asperum* Richardson, 1845, *M. punctatum* Rafinesque, 1818, *M. aurolaternatum* Garman, 1899, *M. orientale* (Gilbert, 1913), *M. obtusirostris* Tåning, 1928 and *Myctophum* sp., and described their ontogeny in morphological characteristics in detail. Combined with the morphological characteristics of *M. phengodes*, *M. lychnobium*, *M. selenops*, *M. brachygnathum*, *Myctophum* sp1. and *Myctophum* sp2. from the references, the identification key to these fourteen species of *Myctophum* distributed in the world, including eleven species with morphological characteristics already known and other *Myctophum* species which allows identification at the genus level, has been established. The result showed that all but *M. aurolaternatum* larvae and juveniles in genus *Myctophum* were observed with enlarged fan-shaped pectoral fins. The head somewhat flat was in a triangular shape with non-spherical eyes on elongate stalks or with well developed conical choroid mass. Pigments were distributed on the jaws, isthmus, opercle, branchiostegal membrane and pectoral fin base. Pigment patterns on lateral gut were evenly distributed on trailing section, except heavier near terminus. The jaws were full of sharp teeth. A single adipose fin was found on the back behind the dorsal fin. All these were the common characteristics of larvae and juveniles in genus *Myctophum*. *M. aurolaternatum* larvae had unique morphological characteristics: very flat head, eyes small on distinct elongate stalks, and with straight gut trailing at midbody and extending well beyond caudal fin. The shape of the choroid tissue or whether they own elongate stalks to the eyes; whether there were melanophores at the anterior tip of the lower or upper jaws; pigment pattern on the pectoral fin base, between the pectoral fin rays and in lateral gut; whether there was melanophores distributed on the tip of tail, the trailing edge of the anal fin and adipose fin were the distinct categories identification and morphological characteristics in larvae and juveniles in genus *Myctophum*.

Key words: *Myctophum* Rafinesque, 1810; fish larvae and juveniles; morphogenesis; taxonomic identification

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