## 真蛸(Octopus vulgaris)胚胎发育 及浮游期幼体生长研究<sup>\*</sup>

### 郑小东<sup>1</sup> 刘兆胜<sup>1</sup> 赵 $m^1$ 安文太<sup>1</sup> 杨善军<sup>2</sup> 林祥志<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学水产学院 青岛 266003; 2. 国家海洋局第三海洋研究所 厦门 361005)

提要 通过室内繁养真蛸, 详细观察了真蛸胚胎发育和浮游期幼体生长过程, 描述了各时期外部 形态和重要器官的发育特征, 采用扫描电镜观察了浮游期幼体的吸盘生长情况。结果表明, 真蛸成熟 卵子长径为(2.4±0.2)mm, 短径为(1.2±0.1)mm。根据 Naef 划分标准, 发育过程分为 20 个时期, 发 育期间胚胎经历两次翻转。水温 20.4—23.6 ,从受精卵到幼体孵化出膜, 经历 25—35d, 初孵幼体 全长约为 3.08mm。水温 22.8—25.2 时, 幼体浮游期约为 28—33d。

关键词 真蛸,胚胎发育,浮游期幼体,吸盘 中图分类号 Q954.43

真 蛸 (Octopus vulgaris) 属 于 软 体 动 物 门 (Mollusca)、头足纲(Cephalopoda)、八腕目(Octopoda)、 蛸科(Octopodidae)、蛸属(Octopus),是我国东南沿海 重要的经济头足类,具有补血益气、收敛生肌的功效, 在广东、福建一带被列为海味珍品,用为妇女生乳的 滋补品。真蛸广泛分布在温、热带海域,西北非渔场、 地中海渔场、濑户内海渔场年捕获量均在万吨以上。 真蛸主要分布于我国东南沿海,以浙江舟山、福建-广东-广西北海以及海南一线较多,山东沿海也有少 量分布。

真蛸具有生活史短、生长速度快、经济价值高、 市场需求旺盛等特点,是一种具有很高潜在价值的 优良养殖种类。真蛸早已引起了国内外学者的高度重 视,在生理、遗传和资源增殖等方面开展了大量的研 究工作(Iglesias *et al*, 2000;林祥志等, 2006; Cabranes *et al*, 2008)。关于胚胎发育方面,国外研究较早(滨部 基次, 1983; Sakaguchi *et al*, 1999; Alain *et al*, 1999; Ignatius *et al*, 2006),国内从 2008 年后仅见关于浙江 南麂岛沿海和广东南澳近海真蛸的生物学特性报道 (蔡厚才等, 2009;徐实怀等, 2009)。作者自 2004 年以 来一直从事这方面研究,在本中较系统地观察和描述了真蛸胚胎发育各个阶段的形态变化和浮游幼体的生长发育情况,旨在丰富真蛸胚胎发育生物学和 浮游期幼体生长的基础理论研究,为开展大规模真 蛸人工育苗、养殖以及人工增殖放流提供科学依据。

1 材料与方法

#### 1.1 亲体采捕和繁育

真蛸(Octopus vulgaris)亲体来自福建连江海域, 平均体重 697.7g。在水温 22.8—25.2 、盐度 29—31、 pH 8.0—8.4 的条件下,暂养 30d 后出现交配现象,随 后产卵。将亲体、卵群以及蛸巢一并置于水族箱 (0.64m×0.31m×0.27m)内,孵化水温 20.4—23.6 、盐 度 29—31,流水培育,定时取样,观察拍照并固定。

#### 1.2 胚胎发育观察

0—1d 的受精卵,每 1h 取样一次;1—5d 的卵群, 每 12h 取样一次;5d 以上的卵群,每天取样一次。利 用奥林巴斯 CX21 型显微镜进行活体连续观察,每次 观察卵数不少于 10 粒,利用 C2 型目镜测微尺对胚胎 和浮游期幼体进行形态学测量。当 50%以上卵子发育

<sup>\*</sup> 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目, 2010AA10A404 号; 山东省博士基金资助, 2008BS06008 号。郑小东, 博士, 副教授, E-mail: xdzheng@mail.ouc.edu.cn

通讯作者:林祥志, E-mail: lxz8848@263.net

收稿日期: 2010-05-21, 收修改稿日期: 2010-08-28

至某一时期时作为该发育阶段的起始时间, Nikon4500 数码相机记录各期特征, 用 5%的甲醛溶液固定部分 样本, 以备查用。

#### 1.3 幼体培育及观察

孵化出的幼体微充气培育,水温 18—21 、盐度 30—32,开口饵料为强化的卤虫无节幼体。每天采集 10个幼体进行观察,用数码相机采集形态特征。扫描 电镜样品制备:用 3%戊二醛活体固定,酒精梯度脱 水,Eiko 公司 IB-3 型离子镀金仪喷金,JSM-840 扫描 电镜观察。

#### 2 结果

2.1 真蛸的胚胎发育

真蛸卵呈米粒状,成串悬挂于蛸巢顶部和侧壁。 胚胎发育经历卵裂期、囊胚期、原肠期、胚体形成期、 器官形成期、孵化期6个连续变化阶段,随后进入浮 游幼体生长阶段,根据 Naef(1928)划分标准和胚胎发 育特征,将6个阶段细分为20个时期,各期特征如下:

第 I 期(1d 胚胎): 真蛸卵半透明, 短棒状, 外层 具 胶 质 保 护 膜 。 卵 长 径 (2.4±0.2)mm, 短 径 (1.2± 0.1)mm, 卵柄长(4.7±0.4)mm。4—7h 后, 原生质向动 物极集中, 两端形成周隙, 同时动物极隆起形成胚盘 (图 1a)。

第 II 期(2d 胚胎): 真蛸受精卵分裂方式为盘状卵 裂,第 1 次径向分裂,将动物极表面分为左右两部分, 卵裂沟长为 0.28mm,第 2 次卵裂同第一次垂直,卵 裂沟为 0.32mm。第 3 次卵裂沟与第 1 次平行,分布 在第 1 次卵裂沟两侧。卵的前 3 次分裂较为规则,第 4 次以后卵裂不同时,卵裂后的细胞大小不一(图 1b、 图 1c)。

第 III 期(3—4d 后的胚胎):胚胎进入原肠期,形 成外胚层和中胚层,部分中胚层开始形成外卵黄囊 肌肉组织。动物极从四周向植物极延伸,逐渐将卵黄 盖在内部,包裹在卵黄表层的细胞将来形成卵黄囊 (图 1d、图 1e)。

第 IV 期(5—7d 后的胚胎): 卵黄上皮细胞逐渐向 植物极扩散,下包比例依次为 1/3、1/2、5/6,胚盘边 缘细胞排列趋于整齐,最终形成一条直线(图 1f、图 1g、图 1h)。

第 V 期(8—9d 后的胚胎): 卵黄上皮细胞扩散完成,形成卵黄囊,出现腕原基。胚胎发生第一次倒转, 胚胎由靠近动物极转向靠近卵柄;漏斗、鳃、平衡囊等原基出现;由胚胎外胚层形成的眼原基出现(图 1i)。

第 VI 期(10d 后的胚胎): 各种原基进一步发育, 出现内脏团, 外套膜、口、腕、平衡囊等结构可见; 腕 末端呈球状; 出现浅红色眼点, 大小为 0.06mm; 两 眼之间初现成对的平衡囊, 但并不明显(图 1j)。

第 VII 期(11—12d 后的胚胎): 卵黄囊长为 1.81mm; 胴体明显,长为 0.12mm,宽为 0.32mm; 眼 橘黄色,大小为 0.18×0.14mm; 腕长为 0.31mm,末 端尖细,出现雏形吸盘;平衡囊大小为 0.16×0.25mm (图 1k)。

第 VIII 期(13、14d 后的胚胎): 卵黄进一步分化, 两眼之间的卵黄最细(0.18mm), 胴体部心形卵黄囊 变小,边缘模糊; 胴长增长迅速,长度为 0.4mm,宽 度变化较小(0.51mm); 腕可在卵子内活动。

第 IX 期(15d 后的胚胎):两眼之间卵黄进一步分 化,大小为 0.11mm; 胴长为 0.5mm,胴宽为 0.51mm, 外套膜开始游离;眼进一步分化,红色加深;腕继续 生长,大小为 0.31 × 0.21mm (宽 × 长);平衡囊中出现 平衡石(图 11)。

第 X 期(16d 后的胚胎): 两眼之间的卵黄分化完成, 形成外卵黄和内卵黄, 外卵黄大小为 1.78mm; 胴长为 0.53mm; 平衡囊呈三角状, 两中心间距为 0.04mm; 平衡囊上方胴体体表出现色素斑。

第 XI 期(17—18d 后的胚胎): 身体有 2—6 个色 斑, 平衡囊上方的色素斑呈短梭状, 长轴为 0.13mm, 短轴为 0.04mm; 腕长 0.39mm, 出现吸盘雏形; 眼晶 体呈紫色, 眼点为暗红色; 鳃结构明显; 内脏团逐步 发育, 呈灰白色。

第 XII 期(19—20d 后的胚胎): 色素斑呈淡浅红 色; 外卵黄囊逐渐缩小, 直径为 1.27mm; 鳃进一步 发育; 平衡囊中平衡石增大; 胚胎占卵子的 4/7, 约 为 1.40mm; 外套膜为 0.59mm (图 1m)。

第 XIII 期(21—22d 后的胚胎): 身体有 10—16 个 色斑, 胴体色斑增加, 色斑颜色随光线变化而变化; 腹部漏斗结构明显; 平衡囊上方表皮的色斑增大, 呈 柳叶状; 眼为暗红色, 颗粒度增加; 胴体长度和宽度 迅速增加, 胴宽为 0.79mm。

第 XIV 期(23—24d 后的胚胎): 身体色斑 20—26 个, 胴体背部色斑呈 4 行 3 列; 眼呈现深紫红色, 外 有一层透明膜, 大小为 0.23mm; 外卵黄囊呈球形, 直径为 1.18mm; 卵长约为 2.50mm, 胴长为 0.99mm; 腕长度增加, 吸盘增大, 各腕基部出现一个色素斑; 内 脏团色泽加深, 出现墨囊; 腹面漏斗清晰可见(图 1n)。



#### 图 1 真蛸胚胎发育过程图

Fig.1 Embryonic development of O. vulgaris

a. 刚产出的卵; b. 受精卵进行盘状卵裂; c. 动物极细胞开始下包; d. 动物极细胞下包 1/5; e. 动物极细胞下包 1/3; f. 动物极细胞 下包 1/2; g. 动物极细胞下包 5/6; h. 动物极细胞下包 9/10; i. 胚胎完成第一次倒转, 出现眼、漏斗、鳃、腕、平衡囊等原基; j. 各 种原基进一步发育; k. 腕明显, 出现吸盘雏形; l. 眼红色, 结构明显; m. 漏斗清晰, 平衡囊内平衡石清晰看见; n. 胴体背部色素 斑 10 多个, 每条腕基部、两平衡石上方各有一个; o. 墨囊可见, 每条腕基部各有两个色素斑; p. 腕长度增加, 外卵黄大小约占头 部的 40%; q. 胚胎发生第二次倒转, 眼球外层出现绿色金属光泽; r. 内脏团上方体表有 6—8 个色斑, 每个腕基部有 2—4 个色斑; s. 外部卵黄囊还有残留 10%; t. 卵群中孵化的幼体(箭头所指为正在孵化的幼体)

第 XV 期(25d 后的胚胎): 胴体背部有 14 个色斑; 腕长度增加,吸盘增大,各腕基部出现一个色素斑; 内脏团色泽加深,出现墨囊;外卵黄囊缩小,直径为 1.11mm; 胴体长为 1.17mm (图 10)。

第 XVI 期(26d 后的胚胎): 胴体背部 16 个色斑, 腹部 8 个,颜色有明显差异,为橘黄色、浅红色、深 红色、暗红色;各腕基部有两个色斑;外卵黄囊约为 0.90mm,约占卵子的 1/3 (图 1p)。 第 XVII 期(27d 后的胚胎): 胴体背部有 17 个色 素斑; 外卵黄囊进一步缩小至胚胎长度的 1/4; 眼结 构完整, 主眼睑完全覆盖了视囊泡; 每腕基部有 3 个 色素斑(图 1q)。

第 XVIII 期(28d 后的胚胎):胚胎发生第二次翻转,胴体由卵柄端翻转到卵柄相对端;眼球外层出现绿色金属光泽,一部分主眼睑变为透明角膜;卵黄囊继续缩小,长约 0.50mm。

319

第 XIX 期(29d 后的胚胎):内外卵黄囊体积均进 一步变小,外卵黄消耗殆尽,只剩卵黄囊包被;胚胎 内的幼体每瓣鳃 5 片,内脏团清晰可见;每条腕具 4 个色素斑。

第 XX 期(30d 后的胚胎): 幼体破膜而出。首先卵 末端出现裂缝, 幼体外套腔胀缩, 胴体部从裂缝出来, 出膜后的胴体继续胀缩, 并左右摆动, 带动身体往外 挣脱, 头部随之出膜(图 1t)。胴体背部有 22 个色素斑, 眼及头部色素斑呈明亮的红色; 平衡石、腕及胴体部 上色素斑则呈棕红色; 幼体营浮游生活(图 1r、图 1s)。

通过对真蛸胚胎发育各阶段观察、拍照, 据其发 育天数及关键结构(如腕吸盘、墨囊、漏斗、色素斑 等)的发育程度将其发育过程分为以上 20 期, 其中 鳃、腕原基及外套膜、口、平衡囊等结构雏形在前 8 期出现(图 1i—k)。

眼的发育对真蛸胚胎发育的分期具有重要意义。 第V期外胚层内陷出现最初的眼原基(图 1k),随后依 次为橘黄色、浅红色、红色、深红色、暗红色、紫红 色、暗紫红色,大小由 0.06mm 至第 XIV 期时的 0.23mm。第 XVII 期眼结构完整,眼睑覆盖视网膜, 第 XVIII 期观察到绿色金属光泽(图 1q)。

腕的发育也有阶段性特征。腕原基在第 V 期出 现(图 1i),是最早出现的原基。初期腕末端钝圆,无 吸盘,随着胚胎发育,腕末端逐渐尖细,内侧出现吸 盘,大小也从第 IX 期的 0.21mm,增长至 XX 期的 0.93mm。八条腕贴于外部卵黄囊上,不等长,不均匀 分布,不同步发育,第一对腕发育最快,第二对腕最 慢,各腕上的吸盘发育随之有所差异。

色素斑分为颜色变化、数目变化和分布排列变化 三方面,有一定规律性,但比较复杂:(1)位于各腕 上的色素斑在第 XIV 期为 1 个, XVI 期为 2 个。XVIII 期为 26 个,初孵幼体色素斑为 72—78 个。(2)平衡 囊上方各有 1 个色素斑,对称分布,是最早出现的色 斑。(3)两眼色素斑各一,遮挡眼球内侧的一部分。

(4) 胴体背部色素斑数目由7个增至22个,且排列整 齐,有放射花朵状及成排两种排列方式。各色素斑间 距相近。(5) 随着发育色素斑颜色逐渐加深,由浅橙 色到红色,最后变为红棕色,色素斑的颜色变化与其 伸缩状态有关。

卵黄为胚胎发育提供营养物质,在发育过程起 重要作用。动物极下包完成后形成卵黄囊,大小为 1.81mm。随后卵黄分为内卵黄和外卵黄两部分,外卵 黄大小为 1.27mm。随胚胎发育,卵黄逐渐被利用,体 积慢慢变小, 第 XVI 期为 0.90mm (图 1p), 第 XVIII 期为 0.50mm。幼体孵化后在腕之间含有卵黄物质, 称为"抱黄"现象, 该卵黄为刚孵化的幼体提供最初 数小时营养物质。

胴体在发育中期变化较为明显,初期胴宽远大 于胴长,第 IV 期大小为 0.12×0.32mm (长×宽),第 V 期为 1.31×1.5mm (长×宽)。胴长增长较快,第 VII 期 为 0.53mm,在第 IV 期至第 XV 期胴长的增长率为 0.08mm/d,是胴宽生长率的 2 倍,而在第 XIV 期至第 XVII 期, 胴宽增长比胴长快。胴体增长的同时,其他 结构和器官也相应发育,第 VII 期出现漏斗、鳃原基 (图 1m),第 XII 期外套膜游离,第 XIV 期内脏清晰可 见,第 XIV 期墨囊出现(图 1m)。

#### 2.2 浮游期幼体的生长

幼体孵化后数小时内卵黄完全被吸收;消化及 循环器官、平衡石、鳃、墨囊等结构明显,鳃逐渐增 至 8—10 片;吸盘数目也随之增加(靠近腕端处新增 吸盘);胴体背部色素斑 22 个,眼上及头部色素斑呈 明亮的红色,平衡石、腕及胴体部呈棕红色。幼体营 浮游生活(图 2a、图 2b)。经电镜观察发现孵化后幼体 第1天各腕吸盘数目为 3 个(图 2c),第7天第4 个吸 盘开始长出(图 2d),新增吸盘出现在腕端,先隆起而 后发育完全。但是第一个吸盘的出现时期未知,是否 由基部发生有待进一步观察。幼体正常生长时,腕吸



#### 图 2 浮游幼体扫描电镜图

Fig.2 Scanning electron microscopy of paralarvae of *O. vulgaris* a. 幼体侧面图; b. 幼体腹面图; c. 刚孵化的幼体, 3 个吸盘; d. 孵 化后7天幼体,箭头示第4个吸盘长出; e. 正常吸盘; f. 吸盘萎缩 盘饱满(图 2e),发育不好的个体吸盘出现萎缩现象 (图 2f)。

2.2.1 胴体和腕的生长 真蛸幼体破膜而出后, 营浮游生活。浮游期幼体的全长、胴长、胴宽随天数 而增大,其中腕的增长率最为显著。由图 3 得知,初 孵幼体全长为 3.08mm,前 20 天平均日增长率为 0.036mm,后 10 天日增长率为 0.23mm,是前 20 天日 增长率的 5.38 倍。相对体长而言,胴长、胴宽日增长 率相似,为 0.043mm 和 0.041mm。腕长变化较快,日 增长率为胴长的 1.55 倍。

2.2.2 腕吸盘变化 除胴体增长外,器官发育也 是真蛸幼体生长变化的重要方面,其中吸盘的发育 是一个重要指标。初孵幼体每个腕有3个吸盘,直线 排列,大小为(0.06±0.02)mm(图2c)。各腕的第一吸 盘(离口最近的)大小近似(约为0.06mm);第三吸盘大 小在各腕间存在差异,吸盘大小依次为第一对腕>第 四对腕>第二对腕>第三对腕。第四吸盘约在第7天出 现。由图4可知,第1—10天吸盘发育缓慢,共增加 2个;第11—20天增加了4个吸盘,是前10天的2 倍;第21—30天增加了6个吸盘,是前10天的3倍。



图 3 浮游期幼体胴体和腕的生长情况

Fig.3 Mantle and arm growth of O. vulgaris paralarvae





3 讨论

#### 3.1 真蛸胚胎发育

真蛸体内受精,为端黄卵型,不完全卵裂,外有 透明胶质保护膜囊,与乌贼类不同(张炯等,1965;郑 小东等,2009; 吴常文等,2010)。培育水温是真蛸卵孵 化的关键因素之一。本文研究结果表明,温度在20.4— 23.6 时,真蛸卵孵化天数为27—35d,与Caverivere 等(1999)、Sakaguchi等(1999)研究的结果相近。不同 温度下,真蛸孵化时间差异较大。孵化天数随温度升高 而减少。水温平均17 (14—19)条件下,需要80— 87d;平均18 (14—23),需要65—74d (Caverivere *et al*,1999),22—23,需要29—49d (Warnke,1999), 23—25,需要25d。Alain等(1999)详细研究了西非 真蛸孵化天数同温度之间的关系,结果表明:温度 17,孵化时间为80—87d;温度21,孵化时间为 57—65d;温度22—23,孵化时间为29—49d;温度 27,孵化时间为15—42d。

真蛸胚胎发育过程与 Octopus mimus (Warnke, 1999)相似, 但这两个种类也存在一些差别: 真蛸胚胎的色素斑排列比后者有规律, 只是墨囊色素形成较后者晚; 刚孵化出时真蛸幼体每瓣鳃有 5 片(成体: 8—10 片), 而 O. mimus 有 7 片(成体: 7—8 片)(Cortez et al, 1995)。

滨部基次(1983)依据发育天数及关键结构对真 蛸胚胎发育进行了观察,但未涉及第一次胚胎翻转 及之前的发育过程,且观察到腕上的色素斑为两行, 各期模式图卵膜外都绘有周生纤毛。Warnke(1999)与 本文作者观察的结果则是真蛸胚胎的腕上色素斑为 一行,而且仅在第 25 期观察到周生纤毛。周生纤毛 是否真实存在是否为发育过程的结构,尚需进一步 验证。本研究认为周生纤毛的存在是由于胚胎发育过 程中,胚胎膜表面着生病菌所致。

3.2 分类标准问题

不同学者对胚胎发育过程划分的标准不一, Naef(1928)将真蛸胚胎发育过程划分为20个时期, 胚 胎发育早期根据天数来划分, 后期根据胚胎形态变 化来划分。Arnold等(1965)将真蛸胚胎发育划分为极 体排放、卵分裂、胚层发生、细胞表面分化、器官形 成五个阶段, 对每个阶段进行细化, 共分为 30 个时 期, 对极体排放和卵裂过程进行了细致的研究。 Ignatius 等(2006)根据卵发育天数进行分期, 每天作 为一个时期, 共分 20 期(发育温度为 28 )。温度对 胚胎发育时间的长短起关键作用(Boletzky, 1994), 按 照发育天数作为划分真蛸胚胎发育标准的唯一指标, 并不能很好地反映胚胎发育的变化。本文认为 Naef(1928)分期标准较好体现了真蛸胚胎发育特点, 因此采用此分期标准对采集于福建连江海域的真蛸

#### 所产卵群的发育过程进行了观察和描述。

#### 3.3 胚胎倒转现象

与其他蛸类一样,如 Octopus maya (Heukelem et al, 1977), O. teticus (Joll, 1976), O. mimus (Warnke, 1999), O. macropus (Boletzky et al, 2001), O. ocellatus (王卫军等, 2010), 真蛸胚胎发育过程也出现了两次 翻转, 但翻转时间有所差异, 分别在 VII 期(图 1i, 图 II-i)和 XVIII 期(图 1s)。翻转原因可能是: (1) 胚胎发 育期间有利于物质交换; (2) 孵化时的体位要求。王 卫军等(2010)认为短蛸第一次翻转可能与卵黄物质的 包裹及原基形成以后卵黄营养物质的吸收有关。幼体 出膜时卵末端出现长约 1cm 的裂缝, 胴体的收缩运 动使幼体从裂缝而出, 第二次翻转使胴体转到卵末 端,为真蛸的破膜而出提供必要条件。不过,真蛸胚 胎发育过程中发现,有时候并不进行第2次胚胎翻转, 而是直接从卵柄端破膜而出,长蛸 O. minor 也存在类 似情况(钱耀森等, 2010)<sup>1)</sup>。关于胚胎翻转机理, Boletzky(1971)认为是由于卵黄囊纤毛的摆动造成的, 纤毛的摆动致使胚胎绕其纵轴旋转、最终纤毛摆动 方向。

#### 3.4 浮游期幼体培育

培育过程中, 浮游幼体胴体部增加明显, 腕的增 长最为显著, 是胴长变化的 1.55 倍(图 3)。腕的迅速 增长, 为吸盘发育提供空间, 吸盘数目的增加增强了 幼体活动能力。浮游期幼体吸盘形态和数目的变化对 其生长发育具有重要意义。吸盘出现萎缩(图 2f)则表 明幼体处于衰弱状态, 无力摄食与运动, 并可能感染 病菌而死亡。吸盘数目的变化反应了幼体的生长阶段 和健康状况, 从而指导饵料的投喂和饵料种类的转 换。对吸盘数目统计结果显示, 刚孵化的幼体吸盘通 常为 3 个(图 2c), 16—18 个吸盘为真蛸幼体从浮游阶 段转向底栖生活的标志, 与 Takeuchi(2009)研究结果 基本一致。

**致谢** 电镜样品的制备和观察得到青岛大学医学 院谭金山高级工程师的指导和帮助,中国海洋大学 水产养殖专业 2008 届和莹莹和孙国祥同学参与了部 分实验工作,谨致谢忱。

#### 参考文献

王卫军,杨建敏,周全利等,2010.短蛸繁殖行为及胚胎发育

过程. 中国水产科学, 17(6): 1-9

- 吴常文,董智勇,迟长凤等,2010.曼氏无针乌贼(Sepiella maindroni)繁殖习性及其产卵场修复的研究.海洋与湖沼, 41(1):39—46
- 张 炯, 卢伟成, 1965. 曼氏无针乌贼(Sepiella maindroni)繁殖
  习性的初步观察. 水产学报, 2: 35—41
- 林祥志,郑小东,苏永全等,2006. 蛸类养殖生物学研究现状 及展望. 厦门大学学报,45(2):213—218
- 郑小东,韩 松,林祥志等,2009. 头足类繁殖行为学研究现 状与展望. 中国水产科学,16(3):459—465
- 徐实怀,马之明,贾晓平,2009.人工养殖条件下真蛸的生物 学特性及胚胎发育.南方水产,5(2):63—69
- 蔡厚才, 庄定根, 叶 鹏等, 2009. 真蛸亲体培育、产卵及孵化 试验. 海洋渔业, 31(1): 58—65
- 滨部基次, 1983. 无脊椎动物の发生(上). 东京: 培风馆, 360— 362
- Alain C, Francois D, Anis D, 1999. Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris*. Aquaculture, 12(2): 151–154
- Arnold J M, Summers W C, 1965. Embryonic development: plastic movement, cleavage and subsequent development of the squid embryo *Loligo pealei*. Biological Bulletin, 128: 24— 44
- Boletzky S V, 1971. Rotation and first reversion in octopus embryo. Experientia, 27: 558-560
- Boletzky S V, 1994. Embryonic development of cephalopods at low temperatures. Antarctic Science, 6(22): 139–142
- Boletzky S V, Fuentes M, Offner N, 2001. First record of spawning and embryonic development in Octopus macropus. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 81(4): 703—704
- Cabranes C, Fernandez R P, Mart í nez J L, 2008. Genetic structure of *Octopus vulgaris* around the Iberian Peninsula and Canary Islands as indicated by microsatellite DNA variation. Journal of Marine Science, 65(1): 12–16
- Caverivere A, Domain F, Diallo A, 1999. Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal). Aquatic Living Resources, 12(2): 151–154
- Cortez T, Castro B G, Guerra A, 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). Marine Biology, 123(3): 505–510
- Heukelem V, 1977. Laboratory maintenance, breeding, rearing and biomedical research potential of the Yucatan octopus, *Octopus maya*. Oratory Animal Science, 27(5): 852–859
- Iglesias J, Sanchez F J, Otero J *et al*, 2000. Culture of octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier): present knowledge problems and perspectives. Ciheam Options Mediterraneennes, 47: 313–322

1) 钱耀森, 王培亮, 郑小东等, 2010. 人工繁育条件下长蛸的生物学特性及胚胎发育. 内部资料, 中国贝类学会会议 论文摘要

- Ignatius B, Srinivasan M, 2006. Embryonic development in Octopus aegina Gray 1849. Current Science, 91(8): 1089– 1092
- Joll L M, 1976. Egg-laying and hatching of Octopus tetricus (Mollusca: Cephalopoda) in the laboratory. Marine Biology, 36(4): 327-333
- Naef A, 1928. Die Cephalopoden (Embryologie). Fauna Flora Golf Neapel, 35: 1–357
- Sakaguchi H, Hamano T, Nakazono A, 1999. Relationship be-

tween incubation days rearing temperature of *Octopus vul*garis eggs. Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography, 63(4): 188–191

- Takeuchi T, 2009. Nutritional studies on improvement of health and quality of marine aquatic animals larvae. Nippon Suisan Gakkaishi, 75(4): 623–635
- Warnke K, 1999. Observations on the embryonic development of Octopus mimus (Mollusca: Cephalopoda) from northern Chile. The Veliger, 42(3): 211–217

# EMBRYONIC DEVELOPMENT AND PARALARVAL GROWTH OF OCTOPUS VULGARIS

ZHENG Xiao-Dong<sup>1</sup>, LIU Zhao-Sheng<sup>1</sup>, ZHAO Na<sup>1</sup>, AN Wen-Tai<sup>1</sup>, YANG Shan-Jun<sup>2</sup>, LIN Xiang-Zhi<sup>2</sup> (1. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao, 266003; 2. Third Institute of Oceanography,

State Oceanic Administration, Xiamen, 361005)

**Abstract** *Octopus vulgaris* was reared and bred indoors and its embryonic development and growth of paralarvae were observed. The morphological characteristics of different embryonic stages were described. Sucker growth of paralarvae was illustrated using scanning electronic microscopy. The results showed that mature eggs were  $(2.4\pm0.2)$ mm in length and  $(1.2\pm0.1)$ mm in width. According to Naef (1928), the process of embryonic development was divided into 20 stages, with twice reverses. The development of fertilized eggs required 25—35d before hatching at 20.4—23.6 . The average length of newly hatched larvae was about 3.08 mm. The paralarval stage kept 28—33d at the hatching temperature of 25.2—22.8 . Key words *Octopus vulgaris*, Embryonic development, Paralarvae, Sucker