

曼氏无针乌贼胚胎发育形态及发育时序的研究

蒋霞敏, 葛晨泓, 童奇烈, 唐少杰, 王春琳

(宁波大学 生命科学与生物工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 观察了室内培育的曼氏无针乌贼自然生产的受精卵形态和胚胎发育过程. 结果表明, 曼氏无针乌贼受精卵成乳头状, 平均卵长 10 mm, 平均卵宽 5.5 mm, 受精卵外被黑色坚韧而富有弹性的三级卵膜, 成串聚集一起成葡萄状. 胚胎发育分为 12 个阶段: 受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、初具形态期、腕分化期、心跳出现期、色素出现期、内骨骼形成期、尾腺出现期、缘膜形成期、孵化期. 其胚胎大小从卵裂期开始增长, 卵裂期胚胎长(3.40±0.12) mm, 胚胎宽(3.29±0.14) mm, 到孵化出膜前胚胎长达(8.17±0.33) mm, 胚胎宽达(7.17±0.33) mm, 增大了 2 倍左右. 初具形态期各器官开始形成, 胴部、头部、腕部开始分化. 在 19~21 °C 水温下, 从受精卵到孵化出膜历时 28~30 d, 初孵小乌贼仍挂着梨状卵黄囊, 卵黄囊均长 3.70 mm, 均宽 2.75 mm, 在水中游动 1~10 min 后就自动脱落, 乌贼幼体一出膜就能喷墨, 同时能开口摄食动物性饵料.

关键词: 曼氏无针乌贼; 胚胎发育; 形态描述; 参数测量

中图分类号: S917

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2011) 02-0001-07

胚胎作为亲体和幼体的中间环节, 处在举足轻重的位置, 胚胎发育是个体发育的主体, 一直是个体发育研究的核心. 不同种动物具有不同繁殖方式和不同发育史, 胚胎发育也表现了高度的多样性和复杂性. 国内外有关软体动物胚胎发育的报道较多, 双壳类种类主要有三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)^[1]、蛤蜊(*Ruditapes philippinarum*)^[2]、池碟蚌(*Hyriopsis schlegeli*)^[3]、绢丝丽蚌(*Lamprotula fibrosa*)^[4]、背瘤丽蚌(*Lamprotula leai*)^[5]等; 腹足类种类主要有折叠萝卜螺(*Radix plicatula*)^[6]、大瓶螺(*Pomacea canaliculata*)^[7]、耳萝卜螺(*Radiu auricularia*)^[8]、耳鲍(*Haliotis sinense Linnaeus*)^[9-11]等, 有关头足类的胚胎发育报道较少^[12-13].

曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)曾是舟山渔场 4 大主要经济渔获量之一, 也是我国沿海群众喜闻乐见的水产品, 尽管国内对曼氏无针乌贼的研究已有多年的历史, 但多集中在营养成分^[14]、繁殖生物学^[15-16]、生态生理^[17-18]、育苗与养殖技术^[19-20]. 笔者较系统地研究了曼氏无针乌贼的胚胎发育过程, 描述了胚胎发育的形态结构变化及发育时序,

以丰富头足类繁殖生物学的研究内容, 同时为曼氏无针乌贼的育苗和养殖提供一定的理论依据.

1 材料和方法

1.1 材料

试验在 2009 年 7 月至 2010 年 5 月进行, 所用的卵由浙江省宁海得水水产育苗厂养殖的曼氏无针乌贼亲体在室内水泥池自然生产获得, 亲体胴长(11.5~12.4) cm, 胴宽(7.5~8.2) cm, 体重(109.5~159.4) g.

1.2 培育与孵化条件

亲体放入水泥池 6 m×4 m×1.4 m, 水泥池上方盖遮阳网. 亲体培育与卵孵化用水经过 2 次砂滤处理的自然海水, 盐度 24.4~28.2, 水温 19~21 °C, pH 7.38~8.21, COD 5.45~7.5 mg·L⁻¹, 连续充气, 每天换水 1 次, 换水量 50%.

1.3 观察与测量

将刚产出的卵直接用镊子、大头针等沿乳头处挑开, 剥除黑色的三级卵膜和乳白色的次级卵膜, 将剥出的胚胎放在恒温水浴中连续观察, 24 h 后每

隔 30 min 观察 1 次, 2 d 后每隔 6 h 观察 1 次, 3~6 d 每隔 12 h 观察 1 次, 后期(6 d 以后) 24 h 观察 1 次, 直到孵出幼体. 观察时取各期胚胎, 用 NIKON 荧光显微镜(4×10 倍)或 OLYMPUS 显微镜(4×10 倍)观察, 并用目镜测微尺测量各期胚胎的形态参数, 同时对各期胚胎形态变化进行描述, 并用 NIKON 荧光显微镜或 OLYMPUS 显微镜拍照.

2 结果

2.1 胚胎发育

曼氏无针乌贼的发育为直接发育类型, 体内受精, 体外发育, 整个胚胎发育都在卵膜内进行. 胚胎发育可分为 12 个阶段, 即受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、初具形态期、腕分化期、心跳出现期、色素出现期、内骨骼形成期、尾腺出现期、缘膜形成期、孵化期.

2.1.1 受精卵(Zygotes eggs)

受精卵呈乳头状, 前端稍尖, 有一乳头. 后端呈圆环状, 用来套住基质. 长径(10±0.10) mm, 短径(5.5±0.05) mm, 如葡萄般成串有规律地聚集一起, 受精卵最外层为黑色、坚韧、富有弹性的三级卵膜(图版 I (1~2)). 次层为次级卵膜, 较厚、透明富有弹性、具粘性. 该时期胚胎呈球形, 直径约 4.21 mm (图版 I (3)).

2.1.2 卵裂期(Cleavage stage)

受精卵产出 10~12 h 后开始卵裂, 卵内富含卵黄, 原生质集中在动物极, 卵裂是不完全盘裂, 动物极稍隆起, 表面一分为二, 整个细胞几乎被卵黄所填充, 为黄绿色半透明球体, 与次级卵膜内层部分紧紧相连, 很难剥除干净. 动物极开始分裂后, 一分为二, 二分为四, 以此类推至多细胞期. 卵的前 3 次卵裂较为规则, 第 4 次卵裂起就不规则, 分裂球大小不一, 卵裂沟较多, 且不同时进行. 进入多细胞期, 边缘卵裂沟呈辐射状(图版 I (4~11)). 胚胎大小变化不显著, 胚胎长为(3.40±0.12) mm, 胚胎宽为(3.29±0.14) mm.

2.1.3 囊胚期(Blastula stage)

从第 1 次卵裂开始, 经过 2 d 后卵的动物极出现白色散乱小块, 成云雾状分布, 整块区域平均长 0.91 mm, 平均宽 0.65 mm, 并随时间的推迟慢慢扩大; 植物极全部被卵黄充塞, 胚胎大小同卵裂期,

没有显著变化, 胚胎长为(3.40±0.12) mm, 胚胎宽为(3.29±0.14) mm, 卵黄长(3.40±0.12) mm, 卵黄宽(3.29±0.14) mm. 此时受精卵进入囊胚期, 为盘状囊胚(图版 I (12~14)). 进入囊胚期, 囊胚表面可见分裂球很小的中央细胞(明区)和分裂球较大的边缘细胞(暗区), 胚盘边缘细胞分裂不规则, 其边缘呈弯曲状态; 到囊胚晚期, 边缘细胞变得很小, 开始向植物极延伸.

2.1.4 原肠胚期(Gastrula stage)

3 d 后进入原肠期, 外胚层继续分裂小细胞, 并向植物极延伸, 在胚盘边缘细胞排列整齐, 形成直线, 从四周向植物极延伸下包, 逐渐将卵黄盖在内部, 最后胚孔封闭, 包裹在卵黄表层的细胞将来形成卵黄囊. 此期胚胎大小几乎不变, 胚盘呈帽子状凸起, 附在卵黄囊上方, 位于动物极顶端, 体积较小(图版 I (15~18)).

2.1.5 初具形态期(Scabble stage)

盘状原肠胚后, 迅速分裂, 经过胚层的分化形成各种组织和器官, 并迅速成型. 9 d 后, 在初级卵膜内形成不完全的幼体乌贼形态. 小乌贼占胚胎体积约 1/4, 腹面朝向卵黄囊并紧贴在卵黄囊上, 头部较胴部先成形, 眼部几乎无色透明, 向两边突出, 比较模糊. 该时期可分为初期、中期和后期 3 个时期. 初期, 头部成型隆起, 同时, 可观察到眼的雏形, 但无腕部雏形(图版 I (20~21)); 中期, 胚胎进一步发育, 胴部出现, 头部比胴部长, 眼隆起, 已经可以观察到腕部雏形(图版 I (19)); 后期, 头部和胴部更明显, 眼和腕已成形, 可观察到短小的腕, 但腕不弯曲(图版 I (22)). 体长(1.85±0.08) mm, 体宽(0.85±0.05) mm; 卵黄囊开始变小, 呈圆球形, 直径(3.75±0.15) mm.

2.1.6 腕分化期(Wrist polarization stage)

10 d 后卵内的小乌贼几乎成型, 可以明显观察到头部、胴部和腕分化, 触腕有弯曲现象, 眼睛已清楚可见, 为橘黄色(图版 I (23), 图版 II (24~26)). 身体明显增大, 全长达(2.50±0.10) mm, 卵黄囊开始缩小, 呈椭圆状, 长径(3.85±0.17) mm, 短径(3.45±0.10) mm.

2.1.7 心跳出现期(Heartbeat appear stage)

11 d 后最明显的变化是出现心跳, 整个胴部有规律收缩, 心跳从 7 次·min⁻¹ 逐渐加快至约 34

次·min⁻¹。同时, 眼睛颜色加深, 转为红色(图版 II (27~29))。身体和卵黄囊大小变化不大, 大小同上。

2.1.8 色素出现期(Pigment appear stage)

13 d 后身体部分和卵黄囊分离, 只有腕部仍于卵黄囊相连, 腹面朝向卵黄囊(图版 II (30~32))。身体增大, 胴长明显拉长, 体长达到(2.75±0.15) mm, 体宽(1.60±0.07) mm, 卵黄囊缩小, 呈梨状, 长径(3.85±0.15) mm, 短径(3.35±0.10) mm。此时最明显的变化是背部出现桔红色、点状的色素斑点, 眼部红色加深。

2.1.9 内骨骼形成期(Endoskeleton form stage)

15~18 d 后在色素斑的中间部分出现内骨骼, 色素斑逐渐增多, 向整个胴背部扩散, 颜色加深(图版 II (33~35))。身体继续增大, 全长达到(3.75±0.15) mm, 宽(2.55±0.10) mm, 卵黄囊和乌贼身体比进一步缩小, 呈长梨状, 特别是短径变化明显, 只有(3.10±0.10) mm。此时眼睛颜色变深, 为棕红色。

2.1.10 尾腺出现期(Cauda gland appear stage)

18~20 d 后出现橘黄色的尾腺, 位于胴部末端, 背部布满点状色素, 眼点黑色、较大, 外圈白色, 外形与成体乌贼相似(图版 III (36~38))。卵黄囊继续缩小, 外面的三级卵膜逐渐变薄、变透明, 由黑色渐变成灰色、白色, 肉眼观就能看清乌贼形态。此时心跳加快, 已达到 42 次·min⁻¹。腕明显增长, 腕上的吸盘清晰可见。体长达(4.10±0.14) mm。

2.1.11 缘膜形成期(Vela appear stage)

20~24 d 缘膜出现, 近胴部后端生长, 卵黄囊变更小, 背部色斑变大, 呈多边不规则形, 棕红色, 背部中间斑点较小, 近缘膜处较大, 腕上也出现色斑(图版 III (39~40))。此时, 乌贼基本成型, 形态基本和成体乌贼一样, 体长(4.75±0.16) mm。

2.1.12 孵化期(Hatching stage)

28~30 d 小乌贼即将出膜, 此时心跳达到约 68 次·min⁻¹。幼体在膜内急剧转动, 在膜中央或一端打洞窜出(图版 III (46)), 个别小乌贼一出膜就能喷墨。出膜时, 乌贼幼体仍挂着卵黄囊, 卵黄囊呈梨状, 长径(3.65±0.15) mm, 短径(2.75±0.10) mm, 在水中经过 1~10 min 后就会自动脱落, 如果遇到突然惊吓, 卵黄囊会立即丢弃, 并会喷出黑色的墨汁(图版 III (45))。此时的乌贼幼体体色已经变棕黑色, 几乎接近成体的体色(图版 III (41~44))。胴长

为(4.00±0.13) mm, 胴宽(3.20±0.20) mm, 头长(2.30±0.20) mm, 头宽(3.00±0.10) mm, 体长已达(5.46±0.18) mm。

2.2 胚胎发育的时序

在水温 19~21 的条件下, 受精卵经 10~12 h 后才开始二分裂, 标志着胚胎发育进入卵裂期; 而四细胞至六十四细胞每个时期间隔时间很短, 在 2 h 内即可完成; 孵化 1~2 d 进入多细胞期; 孵化 2~3 d 进入囊胚期; 孵化 3~6 d 就进入原肠胚期; 孵化 9~10 d 后胚胎开始分化, 进入初具形态期; 孵化 10~11 d 腕部开始分化, 进入腕分化期; 孵化 11~13 d 胚胎出现心跳, 进入心跳出现期; 孵化 13~15 d 胚胎开始生成色素, 进入色素出现期; 孵化 15~18 d 胚胎的内骨骼形成, 进入内骨骼形成期; 孵化 18~20 d 胚胎尾腺出现, 进入尾腺期; 孵化 20~24 d 缘膜形成, 形成完整的小乌贼, 进入缘膜形成期; 孵化 28~30 d, 小乌贼就破膜而出。

2.3 胚胎的生长

统计和分析胚胎发育各期形态参数, 发现膜内乌贼的体长、体宽与孵化时间呈线性正相关(图 1), 线性回归方程为: $L=0.4967T+1.2475$ ($R^2=0.9638, P<0.01$), 其中 L 为体长, T 为孵化时间。

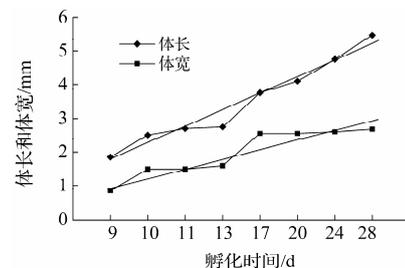


图 1 曼氏无针乌贼胚胎发育中体长、体宽与日龄的关系

曼氏无针乌贼的卵黄囊的长径与孵化时间无关, 而卵黄囊的短径与孵化时间呈线性负相关(图 2)。回归方程为: $W=-0.1315T+3.7607$ ($R^2=0.9567, P<0.01$), 其中 W 为卵黄囊短径, T 为孵化时间。

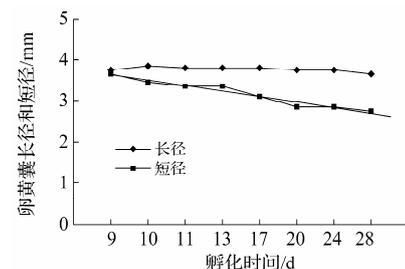


图 2 曼氏无针乌贼的卵黄囊大小与日龄的关系

3 讨论

3.1 胚胎发育的观察与分期

迄今为止,关于的软体动物门胚胎发育分期的研究报道较多,软体动物门中的大多数种类都是间接发育,胚胎发育过程中存在着幼虫发育期,但头足类例外.曼氏无针乌贼为分批产卵类型,胚胎发育属直接发育,无浮游幼虫期.受精卵外层披有不透明黑色胶质膜,难以直接观察,而剥去黑膜时,又极易造成胚胎机械损伤,影响正常发育,这无疑给观察和研究带来了很大麻烦,特别是卵裂期,发育速度较快,所以必须有特殊的措施和持久的耐心,才能完成胚胎发育观察工作.刘振勇等将曼氏无针乌贼的胚胎发育分为17个期:即受精卵期、卵裂期、囊胚早期、囊胚晚期、原肠早期、原肠晚期、胚孔封闭期、原基出现期、外器官形成期、肌肉效应期、眼窝形成期、晶体形成期、心跳出现期、卵黄膜内的胚胎、体色素出现期、出膜前胚胎、刚出膜幼体.作者参考前人的分期标准^[12-13],根据胚胎日龄、胚胎大小及形态特征等特点,将曼氏无针乌贼的胚胎发育分为12个期,即受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、初具形态期、腕分化期、心跳出现期、色素出现期、内骨骼形成期、尾腺出现期、缘膜形成期、孵化期.

3.2 胚胎发育与水温的关系

胚胎发育速度与水温高低成正比,温度过高或过低都会影响孵化率.刘振勇等认为曼氏无针乌贼在水温为23~26℃时,最快14d孵出幼体,最慢23d孵出幼体,孵出幼体高峰期18~21d,高峰期的孵出量占总孵出量的79%,孵化率为83%,孵化的适宜温度为20~26℃^[13].作者经过实验表明,海区捕获的野生亲体所产卵在17~29℃下均可孵化,孵化率可达86.7%~96.7%,在31℃下孵化率只有3.33%,高温(≥33℃)完全不能孵化;在27~31℃下,所需平均孵化时间为16.29~17.66d,在17~21℃下所需平均孵化时间为27.82~28.96d^[17].

3.3 卵黄囊在胚胎发育中的作用

卵黄是卵母细胞生长发育过程中逐渐合成积累的物质,主要成分是蛋白质(卵黄球)和脂肪(油球),卵黄囊是胚胎发育中的唯一营养来源.乌贼的受精卵含丰富的卵黄,在乌贼幼体未成雏型前,

卵黄囊大小无显著变化,几乎充满整个胚胎,卵黄囊长径3.30~3.40mm,短径3.10~3.25mm.随着胚胎的发育,卵黄囊在原肠胚期开始变小,卵黄囊的短径与日龄呈线性负相关,这说明原肠胚期的胚胎已经开始消耗卵黄囊中的营养物质,随着胚胎进一步分化,能量消耗大大提高,因此大量消耗卵黄囊中的营养物质,使得卵黄囊显著变小,到了初具形态期、腕分化期体积明显缩小,只有整个胚胎的4/5,而至色素形成期、内骨骼形成期以及尾腺形成期时缩小到2/3,这3个时期是卵黄囊大小变化最显著时期,等到即将出膜时,卵黄囊只占整个胚胎大小的1/2,此时的乌贼幼体与卵黄囊一样大小.出膜时卵黄囊只占胚胎大小的1/3,乌贼幼体已远远大于卵黄囊,此时幼体各个器官都发展的比较完整.刚出膜乌贼幼体仍然拖着卵黄囊,在水中经过1~10min后就自动脱落,如果遇到突然惊吓,卵黄囊会立即脱落,并会喷出黑色的墨汁.卵黄囊脱落后,幼体的营养就完全靠从外界的获取来满足,所以幼体一出膜就能开口摄食浮游动物.这充分表明卵黄囊是乌贼胚胎发育和膜内幼体发育所必需的营养和能量来源.卵黄囊体积随着胚胎发育而不断减少,这种生长形式与一些海水鱼类的特点相同^[21-24].乌贼开口摄食的时间比鱼类要短的多,几分钟就开始获取外界营养,而牙鲆仔鱼2日龄开口摄食^[25],漠斑牙鲆在4日龄时开口摄食^[26].因此,乌贼的营养源可以归纳为内源性营养-外源性营养阶段.

参考文献:

- [1] 王宏,白志毅,李家乐,等.三角帆蚌胚胎在外鳃育儿囊内形态变化初步研究[J].上海水产大学学报,2007,16(3):219-224.
- [2] 沈永忱,郑宝太,刘吉明,等.中国蛤蜊的诱导产卵和胚胎发育[J].山东渔业,2005,22(3):2-3.
- [3] 余颖,洪一江,邱齐骏,等.池蝶蚌胚胎发育与繁殖季节性腺的观察[J].动物学杂志,2008,43(3):102-107.
- [4] 杨学芬,龚世园,张训蒲,等.绢丝丽蚌胚胎发育的研究[J].水生生物学报,1999,23(4):359-365.
- [5] 张根芳,许式见,方爱萍.背瘤丽蚌胚胎发育的初步研究[J].动物学杂志,2009,44(4):96-101.
- [6] 陈康贵,谢嗣光.折叠萝卜螺胚胎发育的初步研究[J].西南师范大学学报:自然科学版,2003,28(1):130-133.
- [7] 谢嗣光.大瓶螺胚胎发育的观察[J].水产学报,1994,

- 18(1):39-44.
- [8] 张文香, 薛红玲, 王运芝, 等. 耳萝卜螺胚胎发育的初步观察[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2000, 14(2): 35-38.
- [9] 黄勃, 邓中日, 王小兵, 等. 中国海耳鲍胚胎发育特征[J]. 海洋科学, 2007, 31(4):68-72.
- [10] Madrones-Ladja J A. Notes on the induced spawning, embryonic and larval development of the window-pane shell, *Placuna placenta* (Linnaeus, 1758) in the laboratory [J]. *Aquaculture*, 1997, 157:137-146.
- [11] Yaroslavtseva L M, Sergeeva E P. Effect of copper ions on early developmental stages of the mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia)[J]. *Russian Journal of Marine Biology*, 2005, 31(4):225-231.
- [12] 蔡英亚, 张英, 魏若飞, 等. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科学出版社, 1979:176-181.
- [13] 刘振勇, 苏跃中, 谢友伦, 等. 曼氏无针乌贼胚胎发育的初步观察[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(5):13-19.
- [14] 宋超霞, 王春琳, 邵银文, 等. 野生与养殖曼氏无针乌贼肌肉的营养成分和评价[J]. 营养学报, 2009, 31(3): 301-303
- [15] 蒋霞敏, 符方尧, 李正, 等. 曼氏无针乌贼的卵子发生及卵巢发育[J]. 水产学报, 2007, 31(5):607-617.
- [16] 王春琳, 樊晓旭, 余红卫, 等. 曼氏无针乌贼墨囊组织学及墨汁形成的超微结构[J]. 动物学报, 2008, 54(2): 366-372.
- [17] 蒋霞敏, 陆珠润, 何海军, 等. 几种生态因子对野生和养殖曼氏无针乌贼卵孵化的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(5):1321-1326.
- [18] 王春琳, 吴丹华, 董天野, 等. 曼氏无针乌贼耗氧率及溶氧胁迫对其体内酶活力的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(11):2420-2427.
- [19] 樊晓旭, 王春琳, 徐军超. 曼氏无针乌贼的海水网箱养殖技术[J]. 中国水产, 2008, 396(8):56-57.
- [20] 李正, 蒋霞敏, 王春琳. 饵料对曼氏无针乌贼幼体生长、成活率及营养成分的影响[J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(6):436-441.
- [21] 区又君, 李加儿. 鲮鱼胚胎和卵黄囊期仔鱼的发育与营养研究[J]. 海洋学报, 1997, 19(3):102-110.
- [22] Hodson P V, Blunt B R. The effect of time hatch on the yolk conversion efficiency of rainbow trout, *Salmogairdneri* [J]. *Fish Biol*, 1986, 29:37-46.
- [23] Enrique M A, Jesus V J. Yolk and oil globule utilization and developmental morphology of the digestive tract epithelium in larval rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch) [J]. *Aquaculture*, 1987, 65:319-331.
- [24] Hiroshi K, Shiro H, Yasuhiko T. Early larval development of the seabass *lates calcarifer* with emphasis on the transition of energy sources[J]. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1986, 52(10):1719-1725.
- [25] 鲍宝龙, 苏锦祥, 殷名称. 延迟投饵对真鲷、牙鲆仔鱼早期阶段摄食、存活及生长的影响[J]. 水产学报, 1998, 22(1):33-38.
- [26] 马学坤, 柳学周, 温海琛, 等. 漠斑牙鲆胚胎及仔稚鱼发育的形态学观察[J]. 南方水产, 2008, 4(1):41-47.

The Embryonic Development of *Sepiella maindroni*

JIANG Xia-min, GE Chen-hong, TONG Qi-lie, TANG Shao-jie, WANG Chun-lin

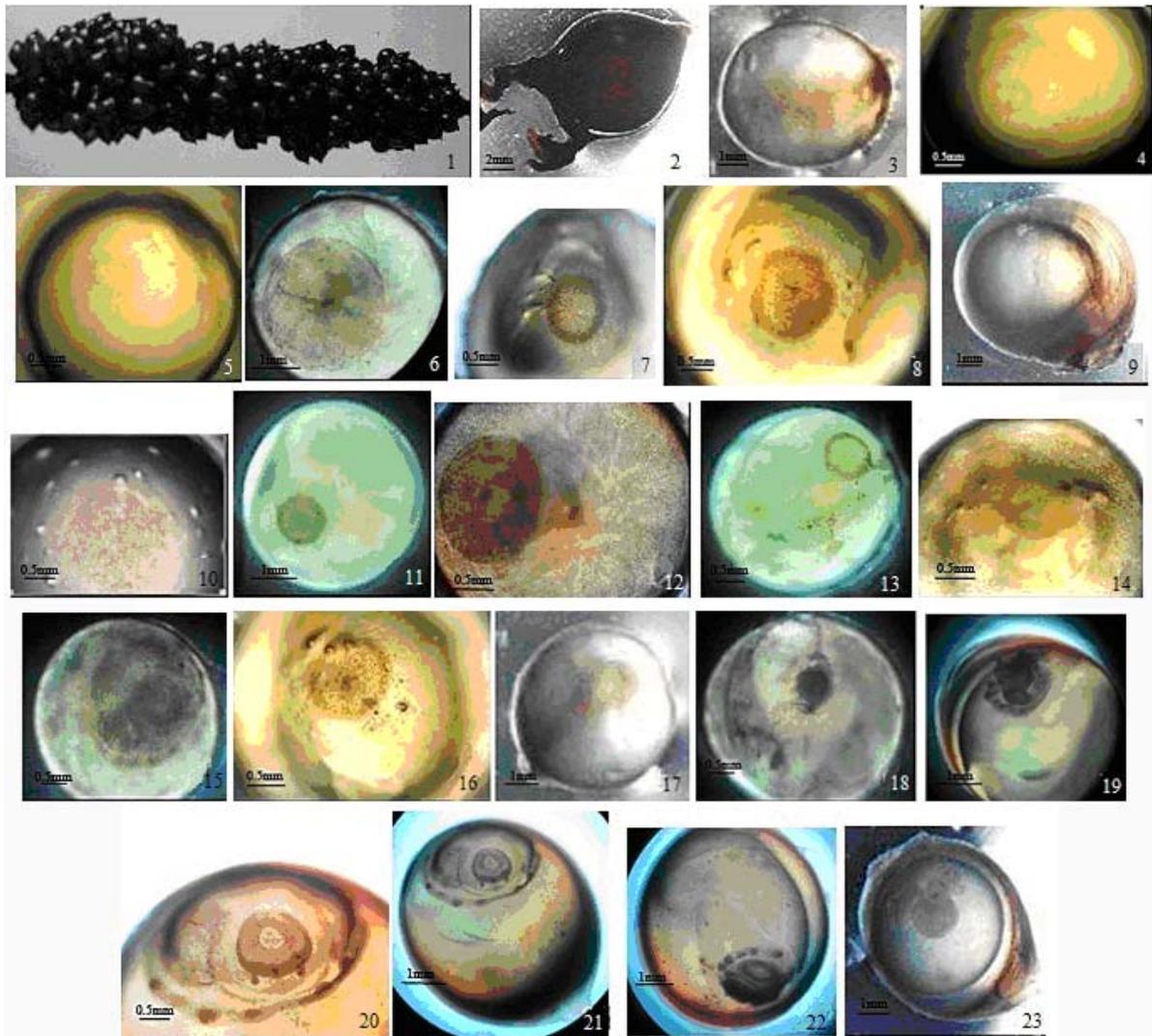
(Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: In this study, the process of the oosperm forming and embryonic development of *Sepiella maindroni* is observed using microscope. The result shows that the shape of oosperm of *Sepiella maindroni* resembles a papilla. The average length of oosperm is found to be 10 mm, and its average width is identified as being 5.5 mm. The embryo is wrapped by resilient membrane, which is in black, conglomerating with grape-like spheres. The process of the embryonic development is divided into 12 stages, each of which is listed as oosperm, cleavage, blastula, gastrula, rudimentary shape forming, wrist differentiation, heartbeat appearance, pigment appearance, endoskeleton forming, caudal gland appearance, velum forming and hatching. It is found that the embryonic size begins to grow in cleavage phase, in which the length of embryonic reaches (3.40 ± 0.12) mm, and its width measures (3.29 ± 0.14) mm. The size becomes (8.17 ± 0.33) mm and (7.17 ± 0.33) mm at hatching stage, which increases in an almost two-fold manner. In the phase of rudimentary shape forming, some organs are formed, and the head, mantle and carpal become obvious. It takes the oosperm 28~30 d to become a newborn *Sepiella*

maindroniat with the water temperature being 19~21 . The newborn *Sepiella maindroniat* carries a yolk sac, which has an average length 3.70 mm, and the average width 2.75 mm. The yolk sac drops by itself after the elapse of 1~10 min. The newborn *Sepiella maindroniat* can spray ink and eat after hatching.

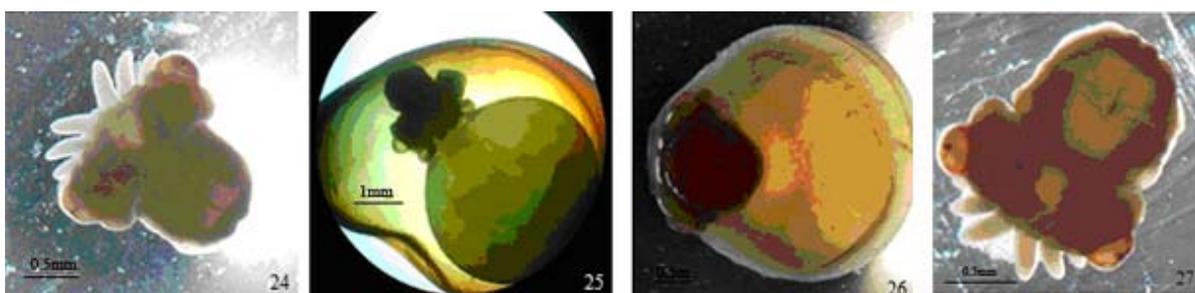
Key words: *Sepiella maindroni*; embryonic; morphology; parameter measurement

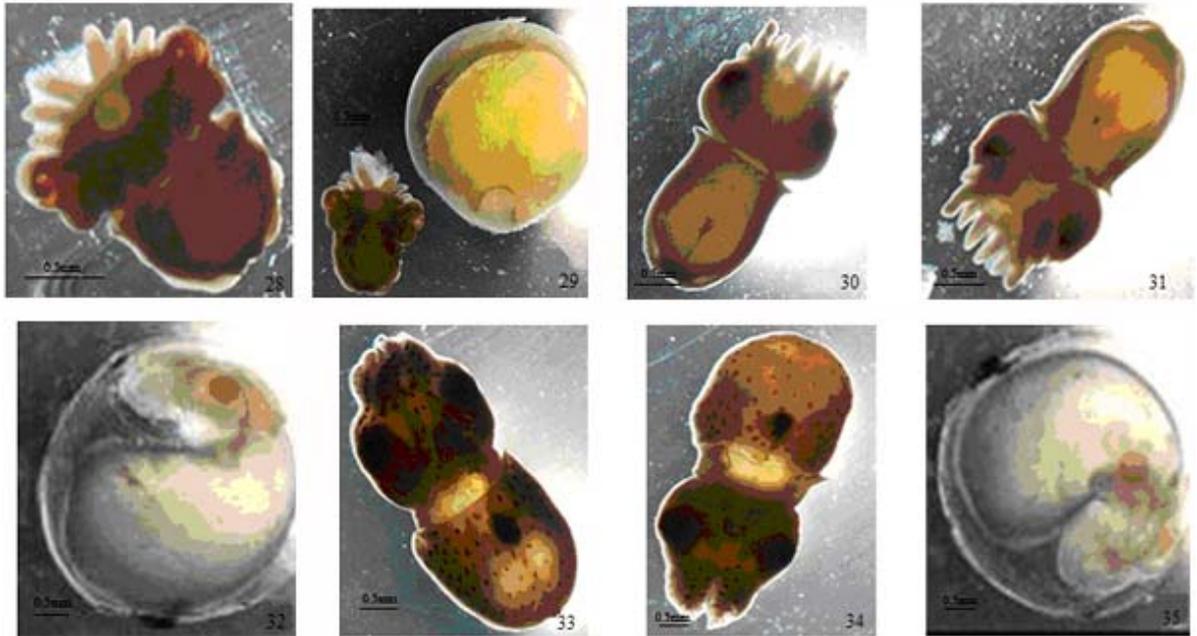
(责任编辑 史小丽)



1 卵群; 2~3 受精卵; 4 二细胞期; 5 四细胞期; 6 八细胞期; 7 十六细胞期; 8~9 六十四细胞期; 10~11 多细胞期; 12~14 囊胚期; 15~18 原肠胚期; 19 初具幼体形态中期; 20~21 初具幼体形态初期; 22 初具幼体形态后期; 23 腕分化期

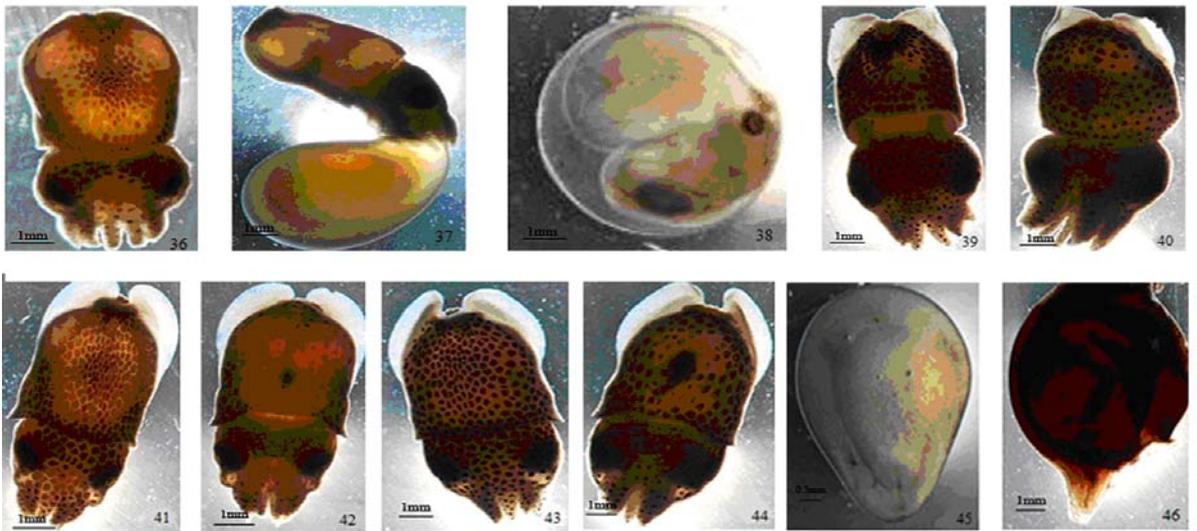
图版 I





24 腕分化(背面观); 25~26 腕分化; 27 心跳出现期(背面观); 28 心跳出现期(腹面观); 29 心跳出现期; 30 色素形成期(背面观); 31 色素形成期(腹面观); 32 色素形成期; 33 内骨骼形成期(背面观); 34 内骨骼形成期(腹面观); 35 内骨骼形成期

图版 II



36 尾腺形成期(背面观); 37 尾腺形成期(侧面观); 38 尾腺形成期; 39 缘膜形成期(腹面观); 40 缘膜形成期(背面观); 41 孵化出膜期(背面观); 42 孵化出膜期(腹面观); 43 孵化后 2 d(背面观); 44 孵化后 2 d(腹面观); 45 出膜后脱落的卵黄囊; 46 出膜后的三级卵膜

图版 III