

可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)卵子发生的组织学研究*

顾晓英¹ 竺俊全¹ 许式见¹ 尤仲杰^{1,2} 王伟¹

(1. “应用海洋生物技术”教育部重点实验室(宁波大学) 宁波大学生命科学与生物工程学院 宁波 315211;

2. 宁波市海洋与渔业研究院 宁波 315012)

提要 采用组织学方法研究了可口革囊星虫卵巢结构及卵子发生过程的形态学变化,以探究可口革囊星虫卵子发生过程及特征。结果表明,可口革囊星虫的卵巢位于收吻肌基部,由小叶组成的带状或块状组织。卵原细胞在卵巢中发育至早期卵母细胞时期单个或成团脱离卵巢入体腔液中,卵母细胞团细胞很快分离为单个细胞;卵母细胞在体腔液中发育成熟后进入肾管;生发泡破裂是卵母细胞成熟的标志;体腔中卵母细胞无滤泡膜,卵黄膜的形成与发育靠卵母细胞本身;卵径小于 60 μm 的卵母细胞呈圆形,卵径大于 60 μm 的卵母细胞为卵圆形,形态上成熟的卵母细胞短径约 115—120 μm 、长径约 140—145 μm 、卵黄膜厚 7—9 μm 。以卵原细胞与卵母细胞发育的形态学特征为依据,将可口革囊星虫的卵子发生过程划分为:卵原细胞增殖期(卵径<10 μm)、卵母细胞小生长期(卵径 10—20 μm)、卵母细胞大生长期(卵径 20—60 μm)、卵母细胞大生长期[大小为(60 μm ×70 μm)—(120 μm ×145 μm)]、卵母细胞成熟期及退化期 6 个阶段,反映了可口革囊星虫卵子发生过程的动态变化。

关键词 可口革囊星虫, 卵子发生, 组织学

中图分类号 Q253

水生动物卵子发生及卵子结构的研究是卵子发育成熟调控、受精与胚胎发育机制研究的基础,对卵子发生过程及卵子成熟规律的详细了解,有助于开展生殖生态、生理研究和育苗生产中人工促熟与催产的把握。迄今为止,有关星虫类动物卵子发生的研究涉及了卵巢结构、卵子发生过程及其分期、成熟卵的形态与大小、卵黄膜结构等方面。星虫的卵巢位于腹收吻肌基部、细小而肉眼难辨(Rice, 1974; 杨德渐等, 2006); 卵原细胞在卵巢中发育到初级卵母细胞双线期时脱离卵巢入体腔液中至发育成熟,成熟卵经肾管产出体外(Rice, 1966, 1974)。Gonse(1956a, b; 1957a, b)将 *Golfingia vulgaris* 星虫体腔卵细胞发育划分为 0、1、T、2、3 和 M 期 6 个时期; 兰国宝等(2002)将裸体方格星虫(*Sipunculus nudus*)卵子发育分为卵原细

胞增殖期、细胞质生长期、滤泡膜形成期、胶质膜形成期和成熟期 5 个阶段。有的星虫动物成熟卵为圆形、有的星虫动物成熟卵为卵圆形; 卵母细胞卵黄膜的结构因星虫种的不同而异; 不同种或同种星虫的不同地理种群,其成熟卵的大小存在差异(Rice, 1974, 1975; 郭学武等, 1993; 吴斌, 1999)。

可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)属星虫动物门(Sipuncula)、革囊星虫科(Phascolosomida),为我国特有种,也是新兴的海水养殖种。该动物栖息于潮间带泥涂,营穴居生活。有关可口革囊星虫的生殖与发育生物学研究已涉及精子发生及精子结构、受精过程及早期卵裂的细胞学变化及胚胎与幼体发育等方面(吴洪喜等, 2006; 竺俊全等, 2007, 2008),但卵子发生尚未见研究报道。为探究可口革囊星虫的卵子发

* 浙江省自然科学基金资助项目, Y304096 号; 浙江省教育厅项目, 20040889 号; 浙江省科技计划项目, 2004C33095 号。顾晓英, 副教授, E-mail: guxiaoying@nbu.edu.cn

通讯作者: 竺俊全, 教授, E-mail: zhujunquan@nbu.edu.cn; 尤仲杰, 研究员, E-mail: zuiyou@163.com

收稿日期: 2008-06-10, 收修改稿日期: 2008-08-23

生特点,作者用组织学方法研究了可口革囊星虫的卵巢结构及卵子发生过程的形态学变化,旨在为该物种卵子发生机制的深入研究及卵子发育成熟调控奠定基础、并指导人工育苗。

1 材料与方法

1.1 实验动物

实验用可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)成体采自浙江温岭沿海潮间带。从2006年3月—2007年2月,每月中旬采样一次,个体重2.0—2.5g。

1.2 实验方法

解剖区分雌、雄,取雌性个体收吻肌固着点处性腺所在部位的体壁组织及收吻肌基部,切成小块,用Bouin氏液固定,酒精梯度脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,切片,H-E染色,中性树脂封片,Nikon显微镜观测、拍照。

解剖取得雌性个体的体腔液(内含卵母细胞),用5倍过滤海水稀释后涂片,在Nikon显微镜下观察各发育阶段卵母细胞的特征,并测量卵径、核径、卵膜厚度等;取雌性个体的体腔液,经离心、沉淀后获得体腔细胞(内含卵母细胞),将体腔细胞用Bouin氏液固定,常规组织切片方法制片,切片经H-E染色后,在Nikon显微镜下观测与拍照。

繁殖季节(7—9月),挑选性成熟度高的可口革囊星虫,对其阴干数小时后,放入室内水池中流水(海水温度为30—31、盐度为23)刺激催产,待发现产卵时,挑选肾管中收集有卵母细胞的个体进行解剖、取得肾管中及体腔液中的卵母细胞,用5倍过滤海水稀释后涂片,在Nikon显微镜下观察卵母细胞的形态特征,并拍照。

2 结果

可口革囊星虫的卵巢位于收吻肌基部,一端与收吻肌相连(图1a、b、c)。卵巢由腹膜包被,腹膜内陷将其分隔成若干指状小叶(图1d)。卵巢与收吻肌连接端及近体壁端为近端,另一端为远端,

卵巢从近端向远端发育(图1d、e)。初级卵母细胞以单个或细胞团形式脱离卵巢入体腔中,细胞团细胞很快分离为单个细胞(图1f、g、h,图2a、b),然后在体腔液中发育至成熟。可口革囊星虫卵子发生过程经历了卵原细胞增殖期、卵母细胞小生长期、卵母细胞

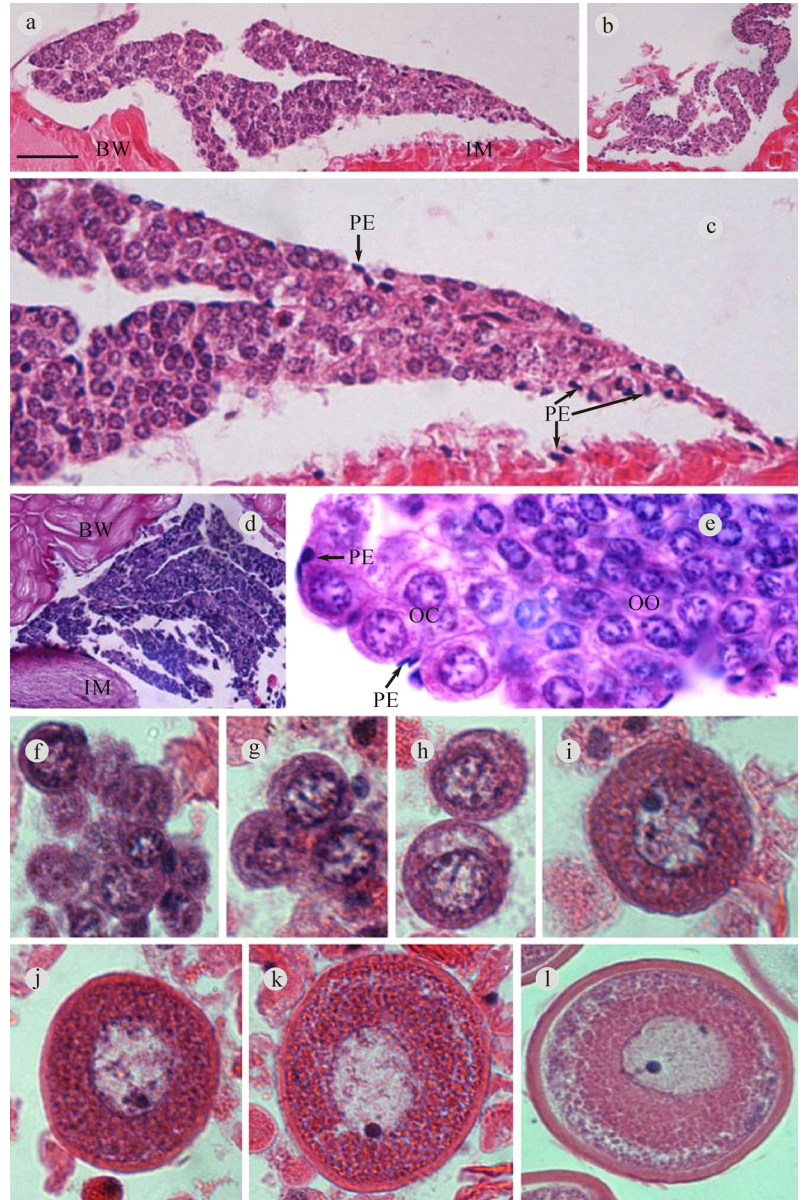


图1 可口革囊星虫卵子发生的组织学研究(组织切片)

Fig.1 Histological studies (Tissue slices) on the oogenesis of *P. esculenta*
 BW: 体壁; IM: 收吻肌; OC: 卵母细胞; OO: 卵原细胞; PE: 腹膜细胞。a—b. 卵巢, 示一端与收吻肌相连; c. 卵巢, 示卵原细胞及腹膜细胞; d. 卵巢, 示卵巢小叶; e. 卵巢, 示卵原细胞及早期卵母细胞; f—g. 体腔中的卵母细胞团; h. 小生长期卵母细胞, 卵径12 μ m; i. 大生长期卵母细胞, 卵径30 μ m; j. 大生长期卵母细胞, 卵径45 μ m; k. 大生长期卵母细胞, 大小60 μ m \times 70 μ m; l. 大生长期卵母细胞, 大小120 μ m \times 145 μ m。图中比例尺: a. 50 μ m, b. 100 μ m, c. 20 μ m, d. 60 μ m, e—h. 8 μ m, i. 10 μ m, j. 15 μ m, k. 20 μ m, l. 30 μ m

大生长期 和 、卵母细胞成熟期和退化期 6 个阶段, 各阶段卵细胞的形态特征如下。

2.1 增殖期卵原细胞

卵巢中的增殖期卵原细胞形态不规则, 大小约

6 μm \times 4 μm , 细胞质少, 核占据细胞的大部分, 核形态卵圆形、长椭圆形或不规则形, 核大小约 5 μm \times 3 μm , 核内染色质大部分以团块状形式存在。卵原细胞在卵巢中有丝分裂增殖、数目增加, 并逐渐变圆、变大, 转化为初级卵母细胞(图 1e)。

2.2 小生长期卵母细胞

从卵原细胞刚转化而来的卵母细胞, 到卵黄开始合成为止的卵母细胞为小生长期卵母细胞, 包括卵巢中的卵母细胞和体腔液中的卵径 10—20 μm 的卵母细胞。

卵巢中的卵母细胞位于卵巢的远端, 呈椭圆形或近圆形, 大小约 12 μm \times 8 μm , 胞质比卵原细胞明显增多, 核近圆形, 大小约 6—8 μm 。此时期卵母细胞核比卵原细胞核明显大而圆, 特称为生发泡 (Germinal vesicle), 核内染色质清楚可见。少数卵母细胞的一端可见有扁平的腹膜细胞附着(图 1e)。

刚落入体腔液中的卵母细胞呈圆形, 卵径 8—12 μm , 核径 6—8 μm , 近核膜处可见有 1 个圆形核仁, 卵黄膜薄(图 1f、g、h, 图 2b)。随着卵母细胞的发育, 近核周的卵质中先观察到较明显的卵黄物质(图 2c), 提示卵黄合成可能始于近核周处。

2.3 大生长期卵母细胞

以卵母细胞大小、形态、卵膜厚及卵质等的变化为依据, 将大生长期卵母细胞发育分为 和 两个阶段。

2.3.1 大生长期 卵母细胞从卵径约 20 μm 大小发育到卵径约 60 μm 大小阶段, 胞体呈圆形, 核近圆形, 核内近核膜处可见 1 个圆形核仁, 核径从约 12 μm 增大到 16 μm 。卵母细胞发育过程中, 卵黄旺盛合成与积累, 卵质的颜色从黄褐色逐渐变成褐黄色, 核质比逐渐减小, 卵黄膜增厚至 1.5 μm (图 1i、j, 图 2d—图 2h)。

2.3.2 大生长期 卵母细胞从 60 μm \times 70 μm 大小发育到 120 μm \times 145 μm 大小阶段, 胞体卵圆形, 核圆形或卵圆形, 核径从约 16 μm 增大到约 35 μm , 核中可见有圆形核仁。此时期卵母细胞卵黄继续大量合成, 卵质颜色从

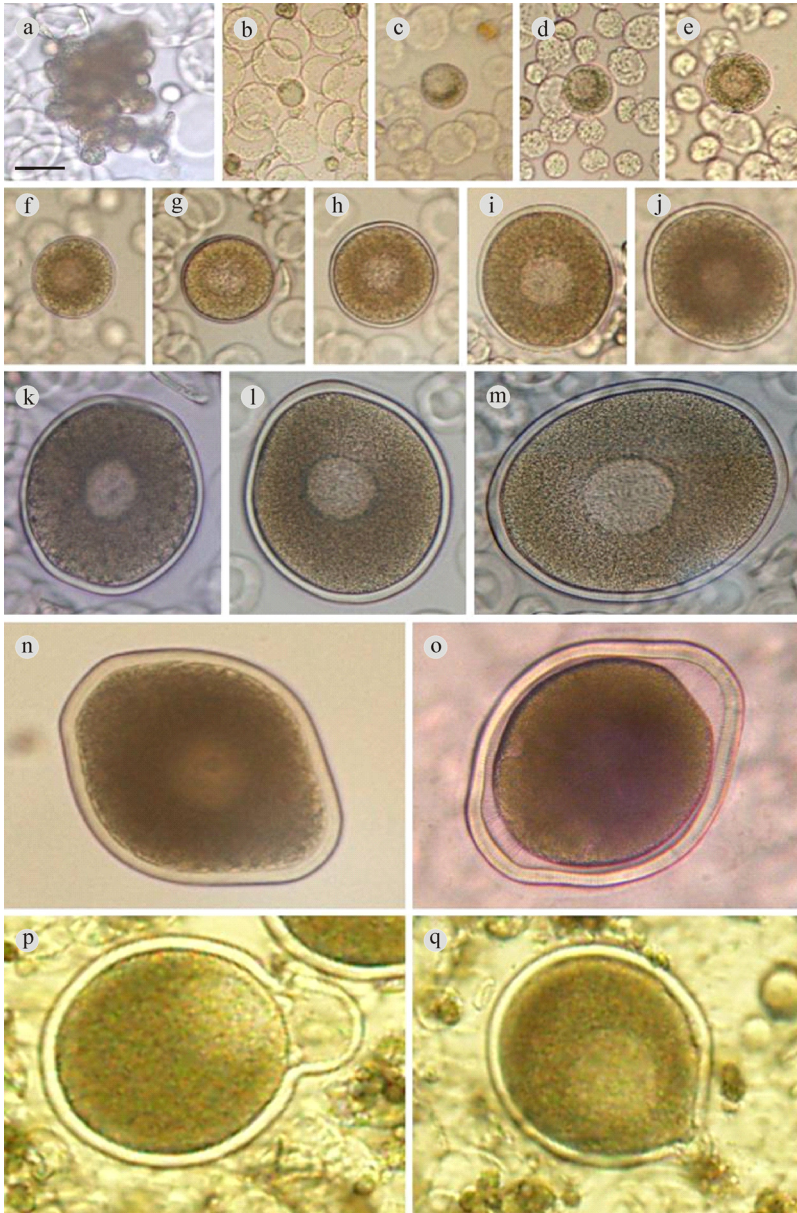


图 2 可口革囊星虫卵子发生的组织学(活细胞涂片)

Fig.2 Histological studies (Living cell smears) on the oogenesis of *P. esculenta*
a. 体腔中的卵母细胞团; b. 小生长期卵母细胞, 卵径 12 μm ; c. 小生长期卵母细胞, 卵径 18 μm ; d. 大生长期 卵母细胞, 卵径 22 μm ; e. 大生长期 卵母细胞, 卵径 30 μm ; f. 大生长期 卵母细胞, 卵径 38 μm ; g. 大生长期 卵母细胞, 卵径 45 μm ; h. 大生长期 卵母细胞, 卵径 55 μm ; i.大生长期 卵母细胞, 大小 65 μm \times 70 μm ; j. 大生长期 卵母细胞, 大小 70 μm \times 80 μm ; k. 大生长期 卵母细胞, 大小 90 μm \times 100 μm ; l. 大生长期 卵母细胞, 大小 100 μm \times 115 μm ; m. 大生长期 卵母细胞, 大小 110 μm \times 130 μm ; n. 大生长期 卵母细胞, 大小 120 μm \times 145 μm ; o. 成熟期卵母细胞, 示生发泡消失、卵周隙形成; p—q. 退化期卵母细胞。图中比例尺: a—m. 20 μm , n—o. 25 μm , p—q. 30 μm

褐黄色渐变成褐色,卵黄膜厚由 1.5—2 μm 逐渐增至 7—9 μm (图 1k、l, 图 2i—图 2n)。

卵母细胞胞体长足时,短径达 115—120 μm 、长径达 140—145 μm ,细胞核即生发泡形态完整。此时的卵母细胞为形态上成熟的卵母细胞(Morphologically mature oocyte)(图 2n),但尚不具备受精能力。

2.4 成熟期卵母细胞

繁殖季节,性成熟的可口革囊星虫经阴干、流水刺激法催产后,部分雌性个体肾管比催产前膨大 2 倍—3 倍,肾管内收集有卵母细胞。观察发现肾管中的卵母细胞生发泡已破裂(显微观察看不到生发泡),卵质收缩、卵周隙形成(图 2o),此种卵母细胞已达生理成熟(Physiologic maturation),具备受精能力。同时还发现体腔液中生理成熟与形态上成熟的卵母细胞均存在,说明卵母细胞是在体腔液中发育到生理成熟后才进入肾管。

2.5 退化期卵母细胞

繁殖季节过后,体腔中未产出的卵母细胞逐渐退化。如卵母细胞一端突起,卵膜破裂,卵黄外溢,最后细胞解体(图 2p、q)。

3 讨论

3.1 卵巢组织及卵原细胞的发育

一般认为星虫的性腺位于腹侧收吻肌的基部,由指状小叶组成的带状组织,从一条收吻肌的侧缘穿过腹侧神经索横向伸展到另一条收吻肌的侧缘,被一层腹膜包裹并悬挂在收吻肌的基部,雄性的精巢和雌性的卵巢外形上非常相似,但精巢的小叶更细,数目也更多(Rice, 1974)。本研究结果表明可口革囊星虫卵巢位于收吻肌的基部,由腹膜包被并与收吻肌和体壁相连,看似一些小叶组成的带状或块状组织,卵巢发育起始于收吻肌基部。

关于星虫卵原细胞的起源,Andrews(1989)从环绕卵巢基部的卵原细胞与腹膜细胞的相似性,提出来源于腹膜细胞的假设;后来,Gonse(1956a)在 *Golfingia vulgaris* 星虫以及 Rice(1974)在 *Phascolosoma agassizi* 星虫中也发现了卵巢近基部的细胞与周围腹膜细胞相似。本研究中的可口革囊星虫卵巢近基部的边缘虽然有腹膜细胞发现,但这些腹膜细胞形态上与卵原细胞相差悬殊,两者之间未观察到中间过渡类型的细胞,因此卵原细胞不太可能由腹膜细胞发育而来。*Golfingia vulgaris* 星虫卵原细胞在卵巢中有丝分裂增殖,发育至卵母细胞第一次减数分裂前期

的双线期时掉落到体腔液中(Gonse, 1956a, b),本研究中的可口革囊星虫卵原细胞在卵巢中发育到卵母细胞早期阶段入体腔液中,与 *Golfingia vulgaris* 星虫相似。

3.2 卵母细胞发育过程的形态变化

Phascolosoma agassizi 星虫卵母细胞卵径 45 μm 之前呈圆形,之后变成扁卵圆形,较尖一端为植物极,较圆钝一端为动物极,成熟卵大小 145 μm × 114 μm × 88 μm ; *Golfingia pugettensis* 星虫卵母细胞发育过程始终呈圆球形,成熟卵卵径达 160 μm ; *Themiste pyroides* 星虫卵母细胞卵径 30 μm 以上时均为圆球形,成熟卵卵径 185—190 μm (Rice, 1974)。裸体方格星虫各发育阶段卵母细胞呈圆球形,其坦帕湾种群成熟卵卵径 120 μm (Rice, 1975),厦门种群成熟卵卵径 170 μm (郭学武等, 1993)。可口革囊星虫卵母细胞卵径 60 μm 之前呈圆形,之后渐变卵圆形,成熟卵短径约 115—120 μm 、长径约 140—145 μm 。可见,星虫类动物卵母细胞发育过程的形态变化、成熟卵的形态与大小存在种间差异或种群间地理差异。

3.3 卵母细胞的卵黄膜及其作用

星虫的卵母细胞质膜外包被卵黄膜。Gerould (1907)认为卵黄膜是卵细胞的分泌物形成的。在有滤泡的种类卵黄膜可能是由至少部分是由卵周围的滤泡细胞分泌形成(Åkesson, 1958)。*Phascolosoma agassizii* 星虫无滤泡细胞,卵黄膜只能是卵细胞的产物;*Golfingia pugettensis* 星虫卵黄膜外有滤泡,但滤泡细胞的胞质中不存在细胞器,说明滤泡细胞不具有分泌和合成功能,卵黄膜的形成与滤泡细胞无关(Rice, 1974)。本研究中的可口革囊星虫游离于体腔液中的不同发育阶段的卵母细胞无滤泡膜,卵黄膜的形成与发育靠卵母细胞本身。

卵母细胞发育过程中,卵黄膜逐渐增厚,结构发生变化。*Phascolosoma agassizii* 星虫卵母细胞卵径 35 μm 以上时,卵黄膜出现 3 层结构,内层和外层比中间层厚,成熟期卵母细胞卵黄膜厚达 10 μm (Rice, 1974)。*Golfingia pugettensis* 星虫卵母细胞卵径达 37 μm 以上时卵黄膜出现,开始时非常薄,没有明显的结构,随卵黄膜的增厚,开始分层,成熟卵卵黄膜厚达 5 μm ,分 7 层(Rice, 1974)。本研究中的可口革囊星虫卵母细胞卵径 20 μm 以前卵黄膜薄,20 μm 以后卵黄膜逐渐增厚,形态上成熟的卵母细胞卵黄膜厚达 7—9 μm 。

可口革囊星虫的卵母细胞游离在体腔液中发育,

卵黄膜对卵母细胞起保护作用; 繁殖季节, 体腔中充满卵母细胞, 卵黄膜的保护不致卵母细胞因相互挤压而发生形变。可口革囊星虫营体外受精, 胚胎发育在卵黄膜内进行(吴洪喜等, 2006), 卵黄膜的保护作用有利于胚胎正常发育与孵化。

3.4 卵母细胞成熟与产卵

生发泡破裂是卵母细胞成熟的标志。Rice(1966)研究发现, *Phascolosoma agassizii* 星虫在繁殖季节, 体腔液中有少量成熟卵母细胞, 肾管中的卵母细胞均为成熟卵, 并认为卵母细胞生发泡破裂发生在体腔液中而不是在肾管中。兰国宝等(2002)研究发现裸体方格星虫体腔中的卵母细胞卵黄膜外具胶质膜, 此种卵人工授精难以成功, 而进入肾管中的卵母细胞无胶质膜, 人工授精取得成功, 由此认为肾管具有去胶质膜、促进卵母细胞成熟的作用。吴洪喜等(2006)研究认为可口革囊星虫肾管不仅具有收集卵母细胞的作用, 而且具有促进卵母细胞成熟的作用。本研究发现, 可口革囊星虫卵母细胞是在体腔中发育成熟即生发泡破裂后才进入肾管, 据此作者认为肾管只起到收集与储存成熟卵母细胞的作用。

Gerould(1907)观察到 *Golfingia vulgaris* 星虫的肾管在产卵前膨大, 认为成熟卵具亲水性, 能聚集在肾口附近, 通过肾口进入肾管。Åkesson(1958)认为 *Golfingia minuta* 星虫成熟卵母细胞能分泌一种物质, 影响肾口纤毛的运动方向, 导引卵母细胞进入肾管。本研究中的可口革囊星虫产卵前肾管十分膨大, 肾管中只含有成熟卵母细胞而无未成熟卵母细胞, 表明肾管对体腔液中卵母细胞的收集具有选择性。

在自然条件下, 可口革囊星虫多在大潮汛受潮流刺激下产卵(竺俊全等, 2007)。在室内实验条件下, 吴洪喜等用降温刺激法成功诱导可口革囊星虫卵母细胞成熟并产卵(吴洪喜等, 2006)。作者用阴干加流水刺激法亦成功诱导可口革囊星虫卵母细胞成熟与产卵。但无论是降温刺激法还是阴干加流水刺激法诱导, 产卵个体的比例并不高。

3.5 卵子发生的分期

Gonse(1956a, b; 1957a, b)根据 *Golfingia vulgaris* 星虫卵细胞发育的形态学特征, 将卵细胞发育划分为 0、1、T、2、3 和 M 期 6 个时期, 0 期是刚从卵巢上掉下的小细胞团, 卵径 20—30 μm ; 1 期为从细胞团放散出的单个细胞, 细胞外周带有滤泡, 卵径 30—60 μm ; T 期为过渡期, 滤泡细胞消失, 卵径 60—70 μm ; 2、3 期为生长期, 卵径分别为 70—140 μm 、140—

170 μm ; M 期是成熟期, 生发泡消失, 卵径 160—170 μm 。吴斌(1999)以体腔中卵细胞的形态与大小、卵核、卵质及卵膜结构变化等为依据, 将裸体方格星虫卵细胞的发育分为 5 期: 无卵黄期(20—30 μm)、卵黄形成期(30—70 μm)、胶质膜形成期(70—140 μm)、生长期(120—165 μm)和成熟期(165—175 μm), 到卵黄形成期时滤泡细胞消失。兰国宝等(2002)以卵细胞发育过程的形态变化为依据, 把裸体方格星虫的卵细胞发育分为: 细胞增殖期、细胞质生长期、滤泡膜形成期、胶质膜形成期和成熟期 5 个阶段。王庆恒等(2005)根据卵黄膜的形成和卵黄积累情况, 将裸体方格星虫卵细胞发育过程分为小生长期、大生长期、成熟前期、成熟期 4 个阶段。但以上研究未对裸体方格星虫的卵巢进行组织学观察, 因此, 卵子发生的分期存在缺陷。

作者在可口革囊星虫卵巢组织学及体腔卵母细胞发育的组织学观察的基础上, 以卵原细胞与卵母细胞的形态、卵径、卵膜厚及卵质的变化等为依据, 将卵子发生过程划分为: 卵原细胞增殖期(卵径 <10 μm)、卵母细胞小生长期(卵径 10—20 μm)、卵母细胞大生长期(卵径 20—60 μm)、卵母细胞大生长期 [大小为(60 μm × 70 μm)—(120 μm × 145 μm)]、卵母细胞成熟期及退化期 6 个阶段, 比较清楚地反映了可口革囊星虫卵子发生过程的动态变化。

综上所述, 可口革囊星虫卵子发生过程的特点为: (1) 卵原细胞在卵巢中发育至早期卵母细胞阶段脱离卵巢入体腔中, 卵母细胞单个游离在体腔液中发育至成熟、即生发泡破裂后进入肾管; (2) 卵母细胞卵黄膜的形成与发育靠卵母细胞本身; (3) 卵子发生经历了卵原细胞增殖期, 卵母细胞小生长期、大生长期和成熟期及退化期 6 个阶段。

参 考 文 献

- 王庆恒, 杜小东, 黄洪艳等, 2005. 湛江地区光裸星虫的生殖细胞发育和生殖周期. 湛江海洋大学学报, 25(1): 5—9
- 兰国宝, 阎冰, 2002. 方格星虫繁殖生物学研究. 水产学报, 26(6): 503—509
- 杨德渐, 孙世春, 2006. 海洋无脊椎动物学. 青岛: 中国海洋大学出版社, 318—322
- 吴斌, 1999. 光裸方格星虫(*Sipunculus nudus* L.)生殖细胞及胚胎发育. 广西科学, 6(3): 222—226
- 吴洪喜, 应雪萍, 陈琛等, 2006. 可口革囊星虫胚胎与幼体发育研究. 动物学报, 53(4): 765—773
- 竺俊全, 王武, 许式见等, 2007. 可口革囊星虫精子发生及精子结构. 动物学报, 53(4): 733—741

- 竺俊全, 王 武, 应雪萍等, 2008. 可口革囊星虫受精过程及早期卵裂的细胞学变化. 动物学报, 54(2): 290—298
- 郭学武, 李复雪, 1993. 光裸星虫生殖周期的研究. 热带海洋, 12(2): 69—75
- Åkesson B, 1958. A study of the nervous system of the Sipunculoideae, with some remarks on the development of the two species *Phascolion strombi* Montagu and *Golfingia minuta* Keferstein. Undersokningar over Oresund (Lund), 38: 1—249
- Andrews A, 1989. The reproductive organs of *Phascolosoma gouldii*. Zoologischer Anzeiger, 12: 140—142
- Gerould J H, 1907. Studies on the embryology of the Sipunculidae II. The development of *Phascolosoma*. Zoologische Jahrbücher Anatomie, 23: 77—162
- Gonse P, 1956a. L'ovogenèse chez *Phascolosoma vulgare* I. Definition cytologique des stades de croissance des ovocytes'. Acta Zoologica, 37: 193—224
- Gonse P, 1956b. L'ovogenèse chez *Phascolosoma vulgare* II. Recherches biometriques sur les ovocytes'. Acta Zoologica, 37: 225—233
- Gonse P, 1957a. L'ovogenèse chez *Phascolosoma vulgare* III. Respiration exogene et edogene de l'ovocyte. Effet de l'eau de mer'. Biochim Biophys Acta, 24: 267—278
- Gonse P, 1957b. L'ovogenèse chez *Phascolosoma vulgare* IV. Etude chromatique des sucres du plasma, action de differents substracts et du malonate sur la respiration de l'ovocyte'. Biochim Biophys Acta, 24: 520—531
- Rice M E, 1966. Reproductive Biology and Development in Sipuncula. Doctor Dissertation, Seattle: University of Washington, 46—66
- Rice M E, 1974. Gametogenesis in three species of Sipuncula: *Phascolosoma agassizii*, *Golfingia pugettensis*, and *Themiste pyroides*. La Cellule, 70(2—3): 295—313
- Rice M E, 1975. Observation of the development of six species of Caribbean sipuncula with a review of development in the phylum. Proceedings of the International Symposium on the Biology of Sipuncula and Echiura. Beograd: Nančno Delo Press, 141—160

OOGENESIS OF *PHASCOLOSOMA ESCULENTA*: HISTOLOGICAL STUDY

GU Xiao-Ying¹, ZHU Jun-Quan¹, XU Shi-Jian¹, YOU Zhong-Jie^{1,2}, WANG Wei¹

(1. Key Laboratory of Applied Technology of Marine Biology, Ministry of Education, Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo, 315211; 2. Ningbo Academy of Oceanology and Fisheries, Ningbo, 315012)

Abstract Oogenesis of *Phascolosoma esculenta* is studied using histological microtechnique for ovary structure and the morphological changes. Ovary at the base of introvert retractor muscle has a banded or massive structure of many folioles. Oogonium develops into early oocyte in the ovary, and then the oocyte leaves the ovary for the coelomic fluid in the form of single cell or cell mass followed by the rapid separation of the group of oocytes into individual ones. Oocyte enters into the nephridium after its maturation. The rupture of germinal vesicle marks the oocyte maturation. Oocyte in the coelom does not have follicle membrane and vitelline membrane is formed and developed by the oocyte itself. Smaller oocyte (<60 μm in diameter) is round, and larger ones (60 μm in diameter) is ovate. The short and long diameters of a morphologically mature oocyte are about 115—120 μm and 140—145 μm respectively, and the vitelline membrane is 7—9 μm thick. The oogenesis of *P. esculenta* can be divided into the following phases in morphological characteristics of oogonium and oocyte development: the proliferative phase of oogonium (<10 μm in diameter), the initial growth phase of oocyte (10—20 μm in diameter), the grand growth phase- of oocyte (20—60 μm in diameter), the grand growth phase-II of oocyte (60 μm ×70 μm to 120 μm ×145 μm in size), the mature phase of oocyte, and the declining phase, showing a dynamic changes in oogenesis of *P. esculenta*.

Key words *Phascolosoma esculenta*, Oogenesis, Histology