

## 管角螺生殖系统解剖学及组织学观察

罗杰\*, 曹伏君, 李长玲, 刘楚吾, 陈加辉

(广东海洋大学水产学院, 南海水产经济动物增殖广东普通高校重点实验室, 广东 湛江 524025)

**摘要:** 解剖并观察了管角螺的生殖系统, 采用组织切片技术, 对其生殖腺发育及生殖细胞发生过程进行了研究。结果表明, 管角螺为雌雄异体, 雄性生殖系统主要由精巢、贮精囊、前列腺、输精管和阴茎构成, 其中, 精巢由生精小管和输精小管组成; 根据生精小管内生殖细胞分布和间质细胞数量, 精巢发育分为增殖期、生长期(精母细胞分裂期)、成熟与排放期、退化期等4个时期, 根据细胞大小、形态及分布特征, 精细胞的发生经历了精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子4个阶段。卵巢结构为滤泡型, 由滤泡壁和滤泡腔组成, 内含嗜酸性颗粒。从卵巢内滤泡的大小、结构及滤泡内嗜酸性颗粒的数量, 卵巢发育分为增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止期; 根据卵细胞的大小、形态及卵黄颗粒的含量, 卵细胞发生过程分为增殖期、生长期和成熟期。管角螺生殖腺及生殖细胞的发育均不同步, 为多次成熟、多次排放方式。

**关键词:** 管角螺; 生殖系统; 精巢发育; 精细胞发生; 卵巢发育; 卵细胞发生

**中图分类号:** Q 959.212; S 917

**文献标识码:** A

管角螺(*Hemifusus tuba*)隶属于软体动物门(Mollusca), 腹足纲(Gastropoda), 蛾螺总科(Buccinacea), 盔螺科(Galeodidea), 广东又名“响螺”, 主要分布在我国浙江、台湾、福建、广西、海南及日本海域, 生活在近海约10 m的泥沙或泥质的海底。其软体部肥大、肉嫩, 味道鲜美而且营养丰富, 具极高的经济价值, 是极具人工养殖前景的经济贝类之一。现阶段市场上出售的均为采捕自自然海区, 随着需求量的加大, 对野生资源的过度捕捞, 势必造成管角螺产量的下降, 甚至枯竭。因此, 开展管角螺繁殖生物学的研究, 对其资源的保护与合理利用具有重要的意义。

繁殖与胚胎发育是贝类动物个体发育过程中的一个重要阶段, 也是贝类动物生殖生物学的重要研究内容<sup>[1]</sup>。对于贝类繁殖生物学的研究主要包括生殖系统结构和性腺发育的组织学研究等, 主要集中于繁殖方式、繁殖季节、繁殖力、孵化、幼虫发育及变态和稚、幼螺发育过程<sup>[2]</sup>。国内外对腹足类的一些种类的生殖系统进行了研究<sup>[1,3-10]</sup>, 对管角螺繁殖生物学研究主要集中在

对其繁殖习性、胚胎发育及环境因子对胚胎发育的影响<sup>[11-13]</sup>, 而对其生殖系统的形态学、组织学及生殖细胞的形成研究鲜有报道。本文通过生物显微技术对管角螺生殖细胞、生殖系统及性腺发育的周年变化进行研究, 了解其生殖方式和生殖规律, 旨在为管角螺的人工育苗及增殖提供的一些基础资料, 同时为腹足类在生殖细胞及生殖系统方面研究提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

2007年1月-12月, 每月从湛江海区随机取样管角螺8~14个作为实验材料, 其中3月取材2次, 5月取材4次, 6月取材3次, 其余每月1次。共解剖179个标本, 其中雄性56个, 雌性112个, 不明个体11个。实验材料壳高6.8~14.0 cm, 平均10.0 cm; 体重25.0~172.2 g, 平均69.1 g; 软体部体重5.6~41.2 g, 平均18.6 g。

#### 1.2 方法

管角螺取样回来暂养1 d, 即对实验材料进行

收稿日期:2010-11-22 修回日期:2011-02-08

资助项目:广东省科技计划资助项目(2005B33201011)

通讯作者:罗杰, E-mail:luoj@gdou.edu.cn

壳高测量及称重,然后活体解剖,把外壳敲碎,取出软体部并观察其构造和区分雌雄,称取整个软体部重量;然后分别剖出卵巢、精巢和囊腺体,同时称取重量。卵巢和精巢先用 Bouin 氏固定液预固定 3~4 h,18 h 左右更换 75% 酒精保存。材料按常规梯度的酒精脱水、二甲苯透明、石蜡包埋和连续切片(厚度 5~7  $\mu\text{m}$ ),采用苏木精—伊红染色法(H. E)染色,中性树脂封片,在 Nikon 显微镜下观察并测量细胞大小,Axioskop40 摄像仪下拍照。

## 2 结果

### 2.1 管角螺生殖系统解剖学形态结构

**雄性生殖系统的形态结构(图版I-1)** 管角螺雌雄异体,雄性生殖系统主要由精巢、生殖导管及附属腺三部分组成。精巢位于内脏团顶部,紧贴肝脏,随肝脏旋转成螺旋状。生殖导管由贮精囊、输精管和阴茎组成,附属腺为前列腺。精巢非生殖季节呈橘黄色,随发育颜色逐渐变浅,成熟期精巢较柔软。贮精囊与输精小管相连,紧贴于螺旋型精巢后部内侧,成熟个体充满精液而呈白色。输精管黄白色,上连前列腺,末端与阴茎相连。较前列腺细,接近阴茎部分表皮略显灰黑色。阴茎为管角螺雄性交接器,位于足部右侧,灰黑色,长 2~3 cm,其基部宽,末端交接口部位较窄(图版I-1)。

**雌性生殖系统的形态结构(图版 I -2)** 雌性生殖系统紧贴于螺旋形肝脏的表面,由卵巢、输卵管和生殖孔组成,呈新月形,其大小因季节不同而变化明显:生殖季节卵巢体积较大,占据大部分肝脏螺旋层,横切面几乎可达 3/4,呈淡黄色;非生殖季节卵巢体积很小,只有薄薄一层。输卵管细长,一直伸至直肠的右侧,生殖孔开在外套腔中,卵巢与肝脏同被一层膜。

### 2.2 管角螺生殖系统的组织学观察

#### 雄性生殖系统

(1) 精巢组织学发育分期。对精巢组织切片显微观察,根据精巢发育阶段各种生殖细胞的数量和比例、生精小管形态、间质细胞多少及输精小管内成熟精子的数量,管角螺精巢发育分为增殖期、生长期、成熟期与排放期、退化期 4 个时期。

**增殖期:**生精小管较小且管壁厚,管腔之间排列疏松且间质细胞充满其间,其基底膜上或基膜间的精原细胞排列不规则,精母细胞较少,未发现精子细胞及成熟的精子(图版 I -3,4)。

**生长期(精母细胞分裂期):**生精小管数量增多、体积增大,管腔之间紧密相贴,其中的间质细胞几乎消失。管壁变薄,其基底膜上或基膜间仅存少量精原细胞,初级精母细胞大量分布于管腔内,次级精母细胞及精子细胞(各时期形态的精子)数量次之,而输精小管管腔内成熟精子数量不多(图版 I -5)。

**成熟与排放期(图版 I -6):**输精小管极度膨胀,其内充满成熟精子,H. E 染色呈深蓝色团状,而初级精母细胞、次级精母细胞及精子细胞在数量上有所减少。精母细胞、精子细胞和精子依次自管壁向管腔分布,随着输精小管将成熟精子排出,生精小管内中不断有成熟的精子生成加以补充。后期生精小管由于精子的排放而收缩,基底膜上或基膜间有少量精原细胞和间质细胞。管角螺精巢中精子成熟一部分排放一部分,成熟与排放几乎同时进行。

**退化期(图版 I -7):**间质细胞数量较多,生精小管萎缩变小、管壁厚,其基底膜上或基膜间的精原细胞和间质细胞数量增加。退化期初期生精小管内尚存少量初级精母细胞和成熟精子,精子成团状但不稠密,未见次级精母细胞和未成熟的精子。后期生精小管内壁又被间质细胞和精原细胞所占据,输精小管偶尔见零散精子。

通过观察比较,增殖期与退化期的精巢均呈橘黄色,很薄,可见网状输精小管,横切面呈月牙型;生长期精巢丰满,黄色,横切面半月型;成熟与排放期精巢丰满,浅黄色,横切面接近半月型。

(2) 精子的发生。根据生殖细胞的大小、形态结构及分布特点将精子的发生分为精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子 4 个阶段。

**精原细胞:**位于生精小管基底膜或陷于基膜间,椭圆形或圆形,个体大,约为 9.8  $\mu\text{m}$  × 9.0  $\mu\text{m}$ ,胞质不着色,细胞界限不甚明显。细胞核大,核径约为 7.9  $\mu\text{m}$  × 7.1  $\mu\text{m}$ ;核膜明显,核内零散分布一些被染成蓝色的颗粒,有较小的核仁 1 个或无。精原细胞进行有丝分裂后胞体变圆变大。精原细胞在增殖期及退化期精巢中数目最多(图版I-8)。

**初级精母细胞:**精原细胞分裂后形成初级精母细胞,位于生精小管内边缘,近圆形。较精原细胞略小,大小约为 8.1  $\mu\text{m}$  × 7.7  $\mu\text{m}$ ;胞膜不明显,胞质染色浅。细胞核较大,约 6.1  $\mu\text{m}$  × 5.8  $\mu\text{m}$ ,位于

中间,核膜明显,核内未见核仁,染色质着色较深。初级精母细胞在生长期(精母细胞分裂期)、成熟与排放期精巢中数目最多(图版I-8,图版II-1)。

次级精母细胞:初级精母细胞经过减数分裂产生染色体减半的次级精母细胞,形态与初级精母细胞相似,但个体较小(约为  $6.1 \mu\text{m} \times 5.6 \mu\text{m}$ )。细胞核大小约为  $4.4 \mu\text{m} \times 4.1 \mu\text{m}$ ,部分核内染色质愈合成的团块紧贴核膜分布,且大多数集中在核的一侧或周边。次级精母细胞在生长期(精母细胞分裂期)、成熟与排放期精巢中数目较多,由于紧接着进行第二次成熟分裂,因此存在时间不长(图版II-1)。

精子细胞及精子:由次级精母细胞短时间内经过第二次成熟分裂而成,圆形,细胞大小约为  $5.0 \mu\text{m} \times 4.6 \mu\text{m}$ ,核高度浓缩染色最深,核径约为  $3.0 \mu\text{m} \times 2.7 \mu\text{m}$ (图版II-2,3)。

#### 雌性生殖系统

(1) 卵巢组织学观察。卵巢由滤泡和外膜构成。滤泡呈囊状,分为滤泡壁和滤泡腔两部分,滤泡壁由生殖上皮组成,滤泡腔中有游离的被 H. E 染成红色的嗜酸性颗粒,颗粒数目和大小与生殖季节有关,各滤泡之间为网状组织。生殖细胞在滤泡壁上发育,成熟后的卵细胞逐渐脱离滤泡壁以游离状态存在,最后由滤泡腔经输卵管小分枝进入输卵管主干排出体外(图版II-4)。

(2) 卵巢与囊腺体在形态上的周年变化规律。管角螺卵巢和囊腺体(包括纳精囊和卵囊

腺)的体积(或重量)及成熟度受自然海区水温变化较大,在繁殖季节其体积(或重量)达到最大值。因此,通过称取卵巢重量( $ml$ )和囊腺体重量( $mn$ ),这两者分别与整个软体部重量( $mr$ )的比值,然后求出各个月份的平均相对卵巢重( $P$ )和平均相对囊腺体重( $Q$ )的变化规律,从变化情况可推测管角螺的繁殖月份(图1)。

$ML = ml/mr$  (相对卵巢重 = 卵巢重/软体部重)

$MN = mn/mr$  (相对囊腺体重 = 囊腺体重/软体部重)

为了得到卵巢和囊腺体各个月份在解剖学上的总体变化规律,得出:

$$\text{月平均相对卵巢重}(P) = \frac{\sum_{i=1}^i MLi}{i}$$

$$\text{月平均相对囊腺体重}(Q) = \frac{\sum_{i=1}^i MNi}{i} \quad (i \text{ 为该}$$

月取样个数)

从图1中可以看出,成熟管角螺囊腺体和卵巢的相对重量在一年内变化基本相似:1月份卵巢和囊腺体的重量开始增加,4-5月达到最大值,应为管角螺的繁殖盛期;6月份成熟卵开始排放,7月份以后由于成熟卵细胞的不断排放导致卵巢和囊腺体萎缩,一直延至12月份其重量变化不大,此段时间为管角螺的休止期。

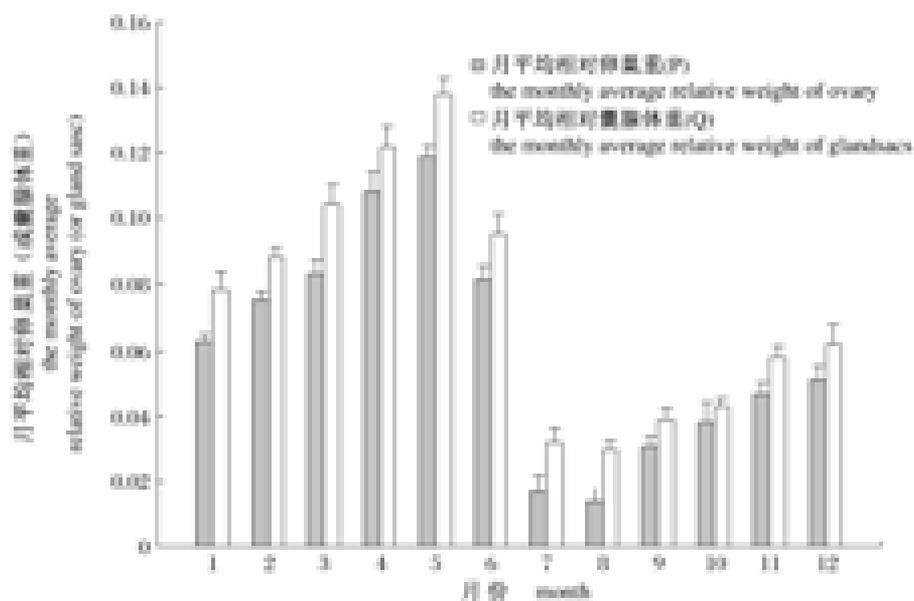


图1 管角螺卵巢周年变化规律

Fig. 1 Changes of ovary to *H. tuba* in an annual cycle

(3) 卵巢组织学发育分期。达到性成熟的管角螺其卵巢颜色、丰满度及卵细胞的结构随着季节而发生周期性变化。根据卵巢内滤泡的大小、滤泡内嗜酸性颗粒的数量及滤泡腔内卵细胞的发育程度,卵巢的发育分为增殖期、生长期、成熟期、排放期、休止期。

**增殖期:**在卵巢的滤泡壁,一般为不连续的单层卵原细胞,处于活跃的增殖时期,体积较小,数量明显增多,呈卵圆或扁圆形,细胞核占据细胞的大部分,并且在卵原细胞之间出现一些无卵黄期和少数卵黄形成前期的卵母细胞。嗜酸性颗粒大小不一(图版II-5)。

**生长期:**卵巢横切面上,滤泡组织层明显加厚,卵原细胞不断分裂形成卵母细胞,其数量增加、体积变大,卵黄颗粒开始出现并积累;嗜酸性颗粒的数量增多,大小不一。(图版II-6)。此期末期,滤泡腔中出现少数游离的成熟卵(图版II-7)。

**成熟期:**卵巢丰满,体积达最大。滤泡腔几乎为卵黄形成期的卵母细胞和成熟卵所充满,滤泡间隙基本消失。由于相互挤压,卵细胞呈不规则的椭圆形、圆形、梨形或多边形,卵黄颗粒明显增多,充满整个细胞。滤泡腔内嗜酸性颗粒的数量与生长期相比数量相对减少。(图版II-8)。

**排放期:**由于成熟卵子的不断排放,致使滤泡收缩且形状不规则,但在滤泡腔中可见处于不同时期的生殖细胞。由于收缩导致滤泡间隙增大,外膜与滤泡完全分离,同时滤泡间开始出现少量的网状结缔组织。滤泡内的嗜酸性颗粒变得稀疏且体积变小,或完全没有嗜酸性颗粒(图版III-1, 2)。

**休止期:**成熟卵细胞排放后,滤泡变为一大空腔。滤泡形状很不规则,滤泡壁或破裂或消失,消失的滤泡逐渐被网状结缔组织所代替。有时会在滤泡壁上见到少量各期的卵细胞(图版III-3)。

(4) 卵细胞的发生。根据卵细胞的大小、形态及卵黄颗粒含量,管角螺卵细胞的发生可分为增殖期、生长期、成熟期。鉴于卵细胞在滤泡内生长发育受到滤泡空间的限制,细胞之间由于相互挤压,卵细胞的形状多非正圆形,所以在测量细胞体和细胞核的大小时,均采用短径乘长径的方法来表示<sup>[14]</sup>。

**增殖期:**原生殖细胞从生殖上皮进入雌性发

育途径后发育成卵原细胞。卵原细胞分布于滤泡壁基底膜上,数量多且排列紧密,呈圆形或扁圆形,大小约为 $9.0\ \mu\text{m} \times 8.0\ \mu\text{m}$ ;细胞之间界限不明显,不见卵膜,细胞质染色较深。细胞核较大,圆形,核膜清晰,约为 $5.6\ \mu\text{m} \times 4.7\ \mu\text{m}$ 。核质染色浅,核内有核仁1个,位于细胞核的中央或稍有偏位,其直径约为 $1.3\ \mu\text{m}$ ,染色很深。该期细胞在滤泡壁中全年可见(图III-4)。

**生长期:**卵原细胞停止增殖,分化为初级卵母细胞而进入生长期(图版III-5)。初级卵母细胞呈椭圆形、圆形,或因挤压而形状不规则。由于营养物质的逐渐增多,卵细胞体积增大,直径约为 $44.8\ \mu\text{m} \times 32.2\ \mu\text{m}$ ,随着细胞的发育,出现卵黄颗粒,并逐渐增多。初级卵母细胞晚期,细胞核变大(约为 $24.5\ \mu\text{m} \times 17.4\ \mu\text{m}$ ),逐渐向细胞中间移动,但仍然偏离中央。核膜较明显,但清晰度不及卵原细胞时期的核膜。细胞核内有核仁1个,核仁大而且明显,直径约为 $7.1\ \mu\text{m}$ 。该期细胞着色较浅(图版II-8,图版III-5)。

**成熟期:**卵母细胞脱离滤泡壁而掉入滤泡腔内而发育为成熟的卵母细胞,成熟的卵母细胞外被光滑的卵膜,内含大量的卵黄颗粒。由于细胞之间的相互挤压,细胞形状变得不规则,有圆形、椭圆形、梨形及其它不规则形状。此时成熟期的卵母细胞体积达到最大,直径约 $56.8\ \mu\text{m} \times 47.3\ \mu\text{m}$ 。细胞核基本上位于细胞中间,圆形,核质染色浅,核膜明显可见,其大小约为 $27.5\ \mu\text{m} \times 21.3\ \mu\text{m}$ 。核仁大而且偏离细胞核中间,直径约为 $8.8\ \mu\text{m}$ (图版III-6)。

### 2.3 管角螺卵巢周年变化

通过组织切片观察,管角螺卵巢的发育程度在不同个体间有一定差异,同一月份在不同个体之间性腺发育的差异较大,卵细胞的发育也不一致。1月份大多数管角螺卵巢处于增殖期,在这个月的性腺切片中可以看到滤泡壁上只有一层卵原细胞,滤泡多呈圆球形,内无成熟卵细胞。2-4月卵巢基本处于生长期,开始出现卵黄形成期的卵母细胞,而且数量不断增多,4月下旬出现较多的成熟卵。5月份卵巢开始进入繁殖期,大多数性腺已发育成熟,并陆续排放。管角螺卵细胞发育时间不一致,成熟的卵母细胞先排放,而未成熟的卵细胞在卵巢中继续发育成熟,准备下次排放,属于多次成熟多次排放的生殖方式。由于成熟卵

细胞的不断排放,至7月份卵巢出现排空现象,只剩一层基膜,这一现象一直延至10月份。

成熟卵子排放后,卵巢即进入休止期。卵黄颗粒散出滤泡腔中,但滤泡壁上仍可见卵原细胞。这一阶段历时约2个月,即自11月至12月底。

### 3 讨论

#### 3.1 管角螺性别的区分和性比

经过一年的取材观察及比较,管角螺基本上为雌雄异体,其与盔螺科另外几个种类主要区别在于肩角的角状突起的特化程度不同,而壳高相同情况下其壳/体重比例没明显区别。同种个体雌雄在外表上难于区分,而软体部两者的主要区别在于:(1)生殖腺颜色不同,雄性生殖腺为橘黄色或者黄色,组织均匀,而雌性生殖腺为土黄色而且外表组织有细微颗粒状;(2)雄性有一细长的与肠道平行延伸的输精管,而雌性在相同部位上为一肥大的蛋白腺组织;(3)雄性在触角右侧有一长扁型阴茎,而雌性没有,而在相同部位外套膜下有一圆粒状交接囊组织。

2007年一共取材179个,解剖学观察其中雄性个体56个,雌性个体102个(余下的为不明个体,这些不明个体的原因,由于在解剖时要把外壳敲碎,有时操作不慎伤及内脏团,导致辨别不清,而性腺切片观察其分别具雌性或雄性特征),雌雄比接近2:1,这与林志华等<sup>[11]</sup>1992年在浙江海域采捕解剖108个成贝,雌雄性比为98:10(接近10:1)的情况有较大的出入。有研究指出,在雌雄异体的贝类中,随着个体年龄的增加,有雌性比雄性更多的趋向,这可能是由于雄性寿命短所造成<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 管角螺性腺的发育分期

关于贝类性腺发育的分期,迄今并无统一依据或标准。有人以性腺的色泽、大小和含有生殖细胞相对数量等生态表现作为标准,也有人以腺体本身在发育和成熟过程中组织学表现作为标准。但实际上这两种方法可以相互参考应用<sup>[15]</sup>。姜永华等<sup>[16]</sup>根据各类生殖细胞数量及分布状况、滤泡的大小和形态、滤泡内含物和滤泡间网状组织的多少等将九孔鲍卵巢的发育分为休止期、增殖期、生长期、成熟期和排放期5个时期。通过对管角螺卵巢组织切片观察可知,滤泡在卵巢发育过程中其数量、形态及滤泡内的内含物量变化明

显,因此其卵巢的分期标准与大瓶螺的相同<sup>[6]</sup>。

#### 3.3 精巢的结构特点

研究结果可知,管角螺精巢结构与台湾东风螺<sup>[5]</sup>相似,都是由表皮及大量的分支细管组成的复杂集合体。生长期及成熟与排放阶段的精巢内输精小管及贮精囊管腔有明显扩大现象,且纤毛数目明显增多,纤毛摆动形成纤毛流,有利于成熟精子在输送管道内的移动,这与香螺性腺耗尽期正是贮精囊膨大的时期<sup>[4]</sup>有所不同。

柯才焕等<sup>[5]</sup>指出台湾东风螺生殖腺的精输出集合管(相当于贮精囊)分支出位于生殖腺深层的精输出管,精输出管再分支出位于生殖腺表层较细且多曲折的生精小管,因此这实际上是相互连通的一个整体,但仅有精输出管及生精小管具有形成精子的能力。通过对管角螺生殖腺的观察,生精小管和输精小管的分布位置与台湾东风螺相似,但是精输出管内只有成熟的精子未见其他生殖细胞,不具备形成精子的能力,这证明在分类上管角螺与台湾东风螺有所区别。

#### 3.4 管角螺卵巢的结构类型及卵母细胞与滤泡细胞的关系

软体动物中某些种类的性腺结构属于滤泡型<sup>[16-18]</sup>,其典型特点是:性腺由滤泡、生殖小管、生殖输送管组成。滤泡呈囊状,由滤泡壁和滤泡腔构成。生殖细胞在滤泡壁上发育,成熟之后进入滤泡腔,然后经生殖小管、生殖输送管排出。也即成熟的卵子只存在于滤泡腔和输出管部位。切片观察发现管角螺卵巢结构与上述滤泡型结构描述相似:生殖细胞在滤泡壁上发育,成熟后的卵细胞逐渐脱离滤泡壁以游离状态存在,最后由滤泡腔经输卵管小分枝进入输卵管主干排出体外。

在无脊椎动物卵母细胞营养方面,滤泡细胞起到重要的作用<sup>[19]</sup>,滤泡细胞中有丰富的蛋白合成细胞器,如粗面内质网。但是在不同的前鳃亚纲腹足类的种类中,滤泡细胞的重要性不同。GRIFFOND等<sup>[20]</sup>在对 *Viviparous viviparous* 的滤泡细胞功能进行研究后,指出滤泡的作用是吞噬、贮存和为卵细胞生长提供所需的营养。

翟玉梅等<sup>[21]</sup>指出,海湾扇贝的滤泡细胞与卵细胞均是由生殖上皮分化形成,早期卵母细胞仅有一个或几个滤泡细胞在卵母细胞的周围出现,随着卵细胞的发育,滤泡细胞的数量迅速增加,逐渐从四周将卵细胞包围起来,从而形成一层滤泡

细胞,而后各种细胞进行分裂,形成卵原细胞期、无卵黄期、卵黄形成前期、卵黄形成后期和成熟期,卵细胞发育过程始终伴随着滤泡细胞结构和形态的变化。通过对管角螺卵细胞的发生观察可知,其卵细胞属滤泡型结构,卵细胞发育所需要的营养与滤泡细胞的供给有关。在繁殖季节,管角螺卵巢中滤泡细胞的数量远比非繁殖季节时多。由此可以推断管角螺卵巢内滤泡细胞的数量与卵巢的发育程度关系密切,成熟的卵子排出后,滤泡均变为一大空腔,滤泡形状不规则,而残留的滤泡细胞分布稀疏,萎缩,减少甚至是消失。

#### 参考文献:

- [1] 王金庆,成永旭,吴旭干. 瘤背石磺的胚胎和幼虫发育[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(2): 108-115.
- [2] 王金庆,成永旭,吴旭干,等. 瘤背石磺的生殖系统和性腺发育[J]. 动物学杂志, 2006, 41(1): 19-26.
- [3] 应雪萍. 泥螺生殖系统组织学和精卵发生的细胞学研究[D]. 杭州:浙江大学, 2002.
- [4] 高岩,侯林. 香螺雄性生殖系统的显微结构研究[J]. 水产科学, 2004, 23(1): 10-13.
- [5] 柯才焕,李复雪. 台湾东风螺的生殖腺组织学和生殖周期[J]. 台湾海峡, 1991, 10(3): 213-220.
- [6] 谢嗣光,刘彬. 大瓶螺生殖系统的研究[J]. 西南农业大学学报, 1998, 20(1): 80-85.
- [7] 周永灿,陈国华,苏永全. 毛嵌线螺生殖系统的解剖学和组织学研究[J]. 水产学报, 2000, 24(5): 393-400.
- [8] 周永灿. 耳河螺生殖器官和精子的形态学研究[J]. 动物学报, 1996, 42(4): 343-348.
- [9] HOUBRICK J R, FRETTER V. Some aspects of the functional anatomy and biology of *Cymatium* and *Bursa* [J]. Pro Malacol Soc Lond, 1969, 38: 415-429.
- [10] LAXTON J H. Reproduction in some New Zealand Cymatiidae (Gastropoda: Prosobranchia) [J]. Zool J Linn Soc, 1969, 48(2): 237-253.
- [11] 林志华,黄铁杆,夏彩国. 管角螺生态及繁殖习性观察[J]. 海洋科学, 1998(5): 11-12.
- [12] 潘英,庞有萍,罗福广,等. 管角螺的繁殖生物学[J]. 水产学报, 2008, 32(2): 217-222.
- [13] 罗杰,刘楚吾,黄翔鹤. 盐度对管角螺胚胎发育的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2007, 27(3): 24-28.
- [14] 金志良. 耳萝卜螺生殖系统的构造[C] // 中国贝类学会. 贝类学论文集. 北京: 科学出版社, 1983: 87-96.
- [15] 蔡英亚,张英,魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 150-244.
- [16] 姜永华,颜素芬,严正凛. 九孔鲍卵子发生及卵巢发育的组织学观察[J]. 动物学杂志, 2009, 44(1): 80-86.
- [17] 姜卫国,李刚,林岳光,等. 三倍体合浦珠母贝的生殖腺观察[J]. 热带海洋学报, 1990, 9(1): 32-34.
- [18] 沈决奋,杨爱国,燕敬平. 海湾扇贝性腺发育的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1996, 27(6): 633-636.
- [19] ITUARTE C. Unusual modes of oogenesis and brooding in bivalves; the case of *Gaimardia trapesina* (Mollusca: Gaimardiidae) [J]. Invertebrate Biology, 2009, 128(3): 243-251.
- [20] GRIFFOND B, GOMOT L. Ultrastructural-Study of the follicle cells in the freshwater gastropod *Viviparus viviparus* L. [J]. Cell and Tissue Research, 1979, 202(1): 25-32.
- [21] 翟玉梅,李培军,赵晶,等. 海湾扇贝生殖腺的研究[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 1996, 16(5): 5-9.

## Anatomy and histology observation on the reproductive system of *Hemifusus tuba*

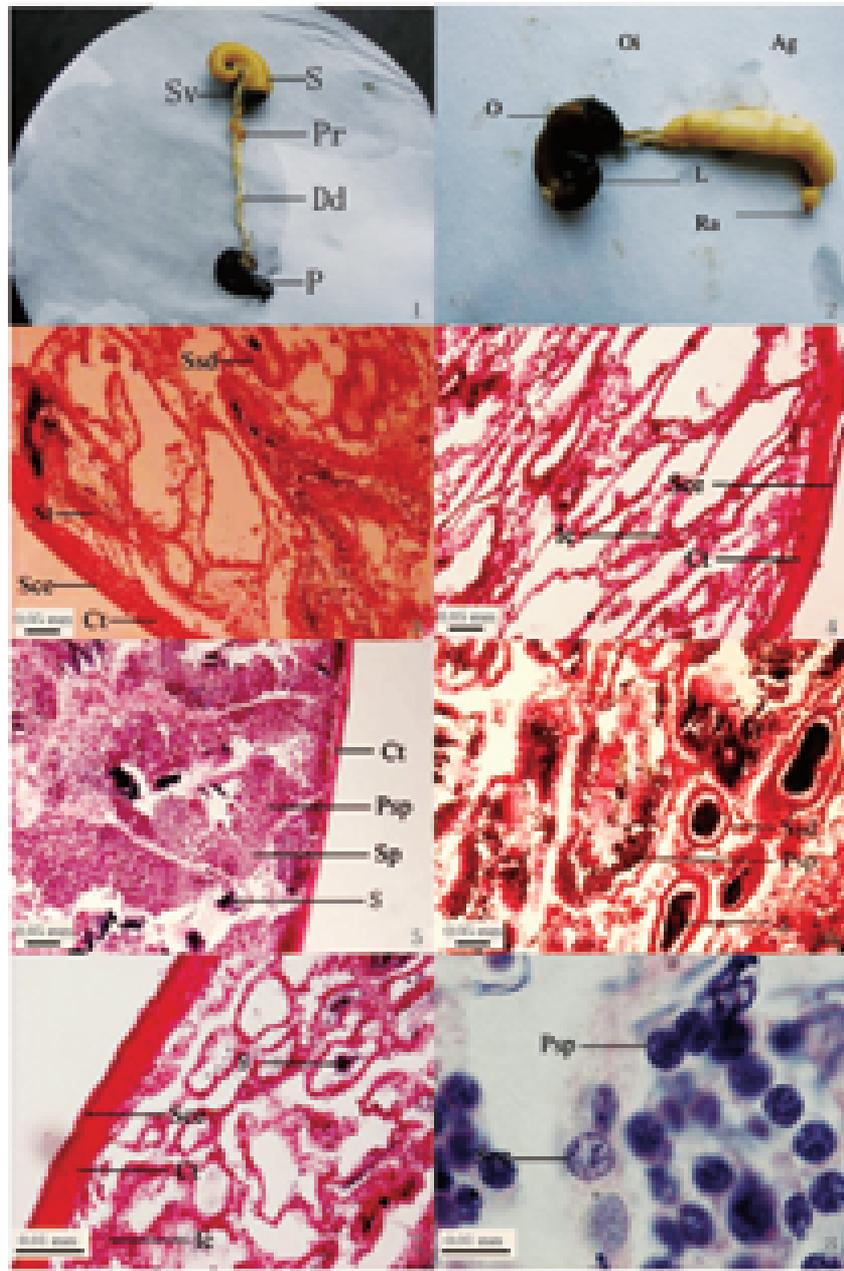
LUO Jie\* , CAO Fu-jun , LI Chang-ling , LIU Chu-wu , CHEN Jia-hui

( College of Fishery, Guangdong Ocean University, Key Laboratory of Aquaculture in South China Sea for Aquatic Economic Animal of Guangdong Higher Education Institute, Zhanjiang 524025, China )

**Abstract:** The reproductive system and gonad development and germ cell occurrence of *Hemifusus tuba* have been studied by using tissue section techniques. Through tissue section observation, the results showed that *H. tuba* is gonochorism, and the male reproductive system is mainly composed of spermary, seminal vesicle, prostate, deferent duct and the penis. The structure of the spermary is more branches tubular gland, is composed of the seminiferous tubules and ductulus efferens. According to the size, shape and distribution features of the cell, this paper analysed the form of spermatogenesis which experienced a five-stage process, from spermatogonia, primary spermatocytes, secondary spermatocytes, sperm cells to sperms. According to the topography of the genital cells in the seminiferous tubules and the quantity of the interstitial cell, the development will be divided into the testes of degradation period, developing period (spermatocytes separatist period), maturation and mature period, degradation period, in all four periods. The structure type of the ovary was follicular and it consists of follicle and genital ducts, was full of eosinophilic granule. The ovary development can be divided into following five periods: proliferation period, growth period, maturation period, spawning period and resting period. By the germ cells' size, shape and the amount of yolk granules inside, the oogenesis *H. tuba* might be divided into proliferation period, growth period and maturation period. Gonad and germ cell developments of *H. tuba* are not synchronized, for they were repeatedly sexually mature, repeatedly ranked fine way.

**Key words:** *Hemifusus tuba*; reproductive system; spermary development; spermatogenesis; ovarian development; oogenesis

**Corresponding author:** LUO Jie. E-mail: luoj@gdou.edu.cn

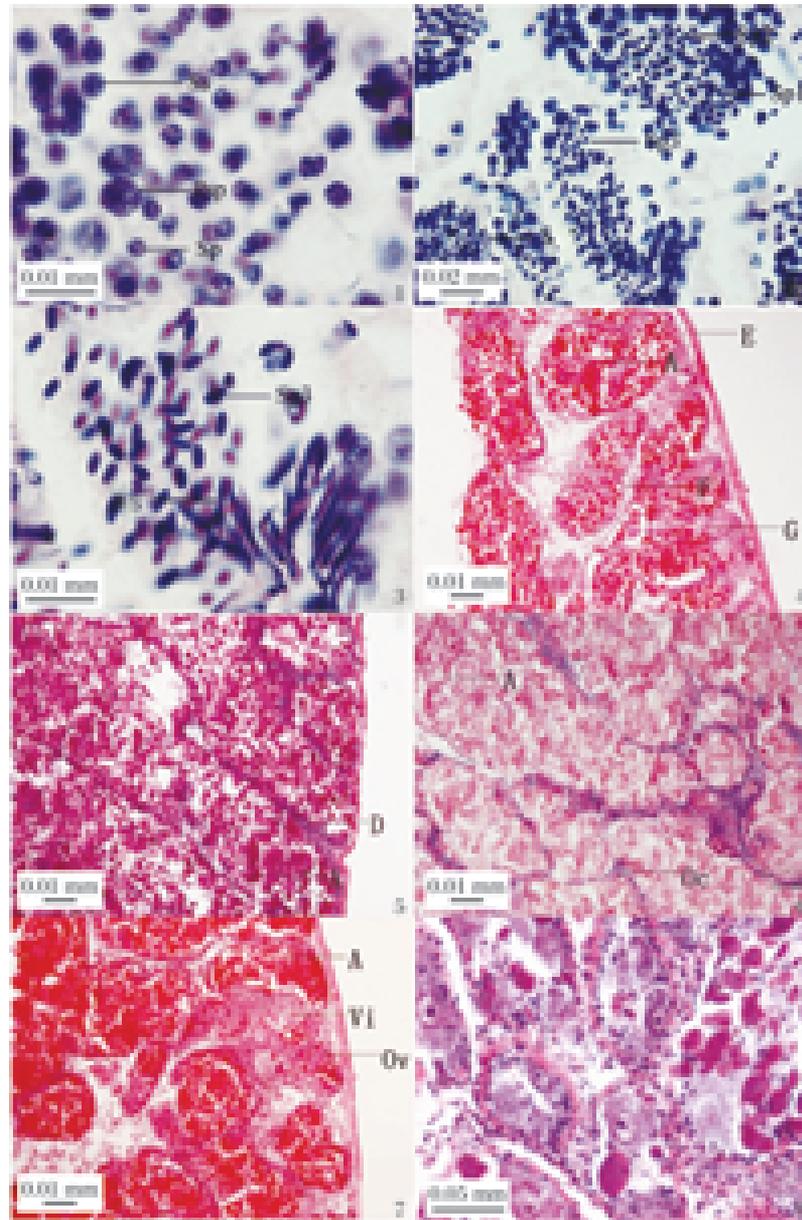


### 图版 I

1. 管角螺雄性生殖系统: S. 精巢, Sv. 贮精囊, Pr. 前列腺, Dd. 输精管, P. 阴茎; 2. 管角螺雌性生殖系统: O. 卵巢, L. 肝脏, Oi. 输卵管, Ag. 蛋白腺, Ra. 生殖孔; 3. 管角螺精巢显微结构: Sc. 单层立方上皮细胞, Ct. 结缔组织, St. 生精小管, Ssd. 输精小管; 4. 增殖期的精巢: Ic. 间质细胞, Sc. 单层立方上皮细胞, Ct. 结缔组织; 5. 生长期的精巢: Ct. 结缔组织, Psp. 初级精母细胞, Sp. 精子细胞, S. 成熟精子; 6. 成熟与排放期的精巢: Ssd. 输精小管, Psp. 初级精母细胞, S. 成熟精子; 7. 退化期的精巢: S. 成熟精子, ; ce. 单层立方上皮细胞, ; t. 生精小管, ; c. 间质细胞; 8. Spe. 精原细胞, ; sp. 初级精母细胞。

### Plate I

1. The male reproductive system of *H. tuba*: S. spermary, Sv. seminal vesicle, Pr. prastate; Dd. ductus deferens, P. penis; 2. Female reproductive system of *Hemifusus tuba*: O. ovary, L. liver, Oi. oviduct, Ag. albumen gland, Ra. reproductive aperture; 3. The microstructure of spermary of *H. tuba*: Sc. simple cuboidal epithelium, Ct. connective tissue, St. seminiferous tubule, Ssd. small sperm duct; 4. Proliferation period: Ic. interstitial cell, Sc. simple cuboidal epithelium, Ct. onnective tissue; 5. Developing period: Ct. connective tissue, Psp. primary spermatocyte, Sp. sperm, S. mature sperm; 6. maturation and spawning stage: Ssd. Small sperm duct, Psp. primary spermatocyte, Sp5. mature sperm; 7. degradtion period: S. mature sperm, Sc. simple cuboidal epithelium, St. seminiferous tubule, Ic. interstitial cell; 8. Spe. spermatogonia, Psp. primary spermatocyte.

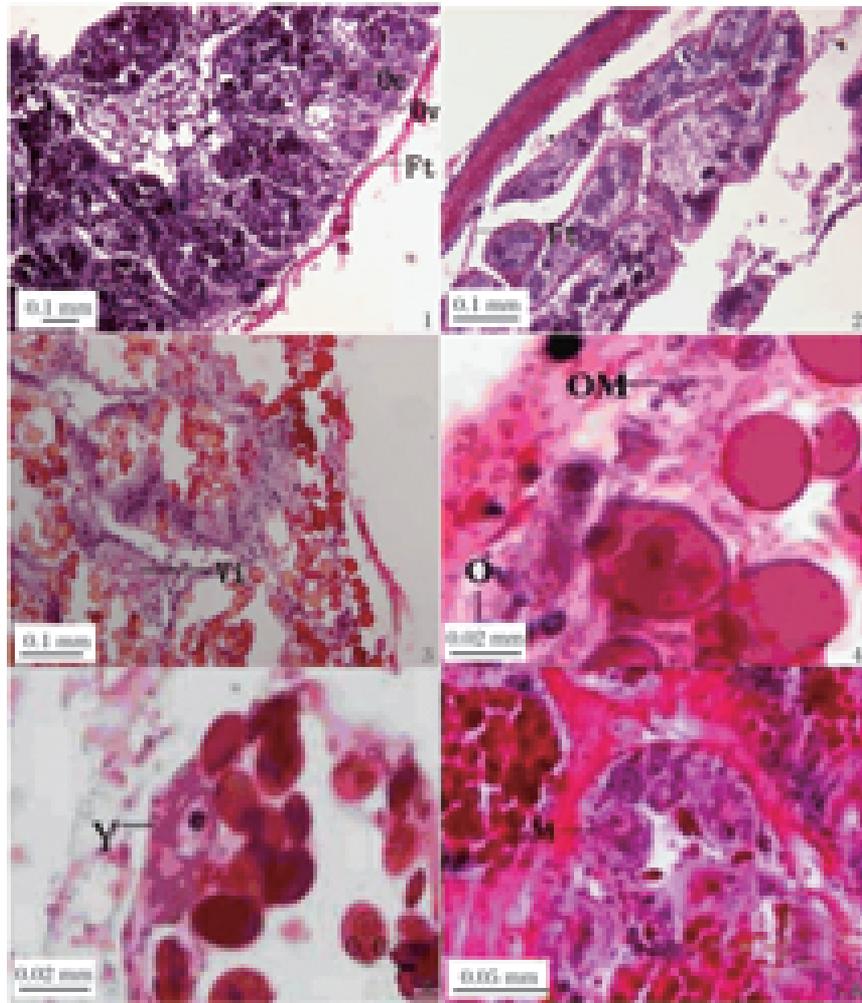


### 图版 II

1. Ss. 次级精母细胞, Psp. 初级精母细胞, Sp. 精子细胞; 2. Sp1. 精细胞早期, Sp2. 精细胞中期, Sp3. 精细胞晚期, S. 成熟精子; 3. Sp3. 精细胞晚期, S. 成熟精子; 4. 卵巢结构: A. 嗜酸性颗粒, E. 外膜, F. 滤泡, G. 生殖细胞; 5. 卵巢增殖期: A. 嗜酸性颗粒, D. 单层不连续卵原细胞; 6, 7. 卵巢生长期: A. 嗜酸性颗粒, Oc. 卵母细胞, Ov. 成熟卵, Vi. 卵黄颗粒; 8. 卵巢成熟期: Og. 卵原细胞, Oc. 卵母细胞, Ov. 成熟卵, Vi. 卵黄颗粒。

### Plate II

1. Ss. secondary spermatocyte, Psp. primary spermatocyte, Sp. Sperm; 2. Sp1. forepart spermary, Sp2. metaphase spermary, Sp3. anaphase spermary, S. mature sperm; 3. Sp3. anaphase spermary, S. mature sperm; 4. Ovary structure: A. acidophilic granule, E. extima, F. follicle, G. germ cell; 5. The Ovary proliferation period: A. acidophilic granule, D. discontiguous single oogonium; 6, 7. The growth period: A. acidophilic granule, Oc. Oocyte, Ov. Ovum, Vi. Vitelline; 8. The maturation period: Og. Gonium, Oc. Oocyte, Ov. Ovum, Vi. vitelline.



### 图版 III

1,2. 卵巢排放期:Oc. 卵母细胞,Ov. 成熟卵,Ft. 滤泡小管; 3. 卵巢休止期:Vi. 卵黄颗粒; 4. O. 卵原细胞,OM. 有丝分裂卵原细胞;  
5. Y. 卵黄形成期卵细胞; 6. M. 成熟卵细胞。

### Plate III

1,2. The spawning period:Oc. Oocyte,Ov. Ovum,Ft. follicular tubular; 3. The resting period:Vi. vitelline; 4. O. oogonium,OM. the oogonium which is undergoing karyokinesis mitosis; 5. Y. yolk-formation stage oocyte; 6. M. maturate stage oocyte.