

嘉庚蛸雌性生殖系统组织学观察

焦海峰^{①②} 彭小明^③ 尤仲杰^{①②*} 施慧雄^①

① 宁波市海洋与渔业研究院 宁波 315012; ② 宁波大学生命科学与生物工程学院 宁波 315211;

③ 奉化市海洋与渔业局 宁波 315500

摘要:对象山港自然海区中的嘉庚蛸(*Octopus tankahkeei*)雌性生殖系统的组织学结构进行了研究。结果表明,雌性生殖系统由卵巢、输卵管、输卵管腺组成。卵巢单个、球形,内包裹滤泡细胞围成的卵子,输卵管1对,开口于外套腔中部,每条输卵管中部膨大形成圆球状的输卵管腺。近端输卵管内具两瓣蘑菇状突起,上有不规则短指状分枝,突起嵌入管腔中,远端输卵管中无大的突起,血管位于突起和肌肉层之间。输卵管腺辐射型,由中央腔、纳精囊和输卵管腺体腔3部分构成,中央腔外层有24个大小不等的纳精囊。生殖季节,输卵管和纳精囊中可见大量未激活的精子。根据滤泡细胞形成褶皱的数目和比例对卵巢发育分期划分为4期:卵黄合成前期、卵黄合成早期、卵黄合成盛期和卵黄合成后期。

关键词:嘉庚蛸;雌性生殖系统;卵子发生;性腺发育

中图分类号:Q954 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)06-88-08

Histological Study of Reproductive System of the Female *Octopus tankahkeei*

JIAO Hai-Feng^{①②} PENG Xiao-Ming^③ YOU Zhong-Jie^{①②*} SHI Hui-Xiong^①

① Ningbo Academy of Oceanology and Fishery, Ningbo 315012; ② Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo

University, Ningbo 315211; ③ Fenghua Ocean and Fishery Bureau, Ningbo 315500, Chian

Abstract: The morphological structure of female reproductive system of *Octopus tankahkeei* was investigated from August, 2002 to December, 2003. The female reproductive system of *O. tankahkeei*, like many cephalopods, is composed of three parts morphologically: ovary, oviduct, and oviducal gland. The ovary is a single structure, which contains oocytes at different stages. The oocytes are surrounded by a layer of columnar follicle cells which enfold into the oocyte cytoplasm and their nuclei are arranged along the longitudinal axis of the cells. Different from proximal oviduct, mushroom-like protruding enwrapped by many finger-like folds lies in the distal oviduct. The oviducal gland can be divided into three parts: central lumen, spermathecae, and gland tissue. The twenty-four spermathecae are special parts in oviduct gland which contain spermatozoa after coupling. We propose to divide the ovarian cycle of *O. tankahkeei* into four phases: previtellogenesis, early vitellogenesis, full vitellogenesis, and late vitellogenesis phases.

Key words: *Octopus tankahkeei*; Female reproductive system; Oogenesis; Gonad development

基金项目 国家科技支撑计划项目(No. 2007BAD43B09),浙江省自然科学基金项目(No. 1402039),浙江省科技厅项目(No. 021103269);

* 通讯作者, E-mail: zuiyou@163.com;

第一作者介绍 焦海峰,男,工程师;研究方向:海洋生态学;E-mail: hfjiao888@yahoo.com.cn。

收稿日期:2011-04-02,修回日期:2011-07-20

雌性生殖系统在动物的生殖繁育过程中扮演着重要的角色^[1]。不同动物生殖系统结构差异较大。软体动物雌性生殖系统的结构简单,如泥螺(*Bullacta exarata*)^[2]、毛嵌线螺(*Cymatium pileare*)^[3]、毛蚶(*Scapharca subcrenata*)^[4]等,一个滤泡内含有多个处于不同发育时期的卵母细胞,而头足纲物种一个滤泡仅由双层滤泡细胞围绕着一个卵母细胞构成^[5],这与更高等的鱼类相似。滤泡细胞是卵子发生、发育和成熟等过程中的重要细胞^[6-7]。受控于中枢神经系统(central nervous system, CNS)的视腺在头足类物种卵巢成熟的后期发挥重要作用,同时证实真蛸(*Octopus vulgaris*)的滤泡细胞具有分泌卵黄物质的功能^[8],许星鸿等^[9]研究表明,卵巢中的滤泡结构可作为头足类进化较高级的依据之一。

目前已对头足类的太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)、巴塔哥尼亚枪乌贼(*Loligo gahi*)^[10]和 *Sepia officinalis*^[11]的生殖系统结构、发育和功能进行过详细报道;八腕目的种类主要有短蛸(*O. ocellatus*)^[8]、负蛸(*O. mimus*)^[12]和长蛸(*O. variabilis*)^[9]等有过相关报道。而对嘉庚蛸(*O. tankahkeei*)已开展了较多研究,如基础生物学特征^[13]、个体生殖

力^[14]、精子超微结构^[15]和精子发生超微结构^[16]。与绝大多数头足类相似,它仅在生命周期的末期有一个产卵期^[17-18],该种的雄性生殖系统结构已有详细研究^[19]。我们对嘉庚蛸雌性生殖系统结构发育和卵子发生进行详细的研究,以期完善嘉庚蛸基础生物学的不足。

1 材料与方法

于2002年8月到2003年12月间,对浙江省宁波市象山港自然海区中的嘉庚蛸进行了采样,活体带回实验室,暂养于水族箱中,共45只。

据外观鉴别出雌雄,实验室内活体解剖,分离出雌性生殖系统的各器官,观察其形态特点。组织块置于 Bouin's 液中,梯度酒精脱水,石蜡包埋,切片厚度 7 μm ,H. E 染色。在 Olympus BX-60 显微镜下观察、拍照。

2 结果

2.1 形态学 嘉庚蛸雌性生殖系统主要由3部分构成:卵巢、输卵管、输卵管腺(图1)。卵巢单个、球形。卵巢左右两侧对称地伸出一对输卵管,输卵管开口于外套腔中部,每个输卵管中部膨大形成圆球状的输卵管腺。

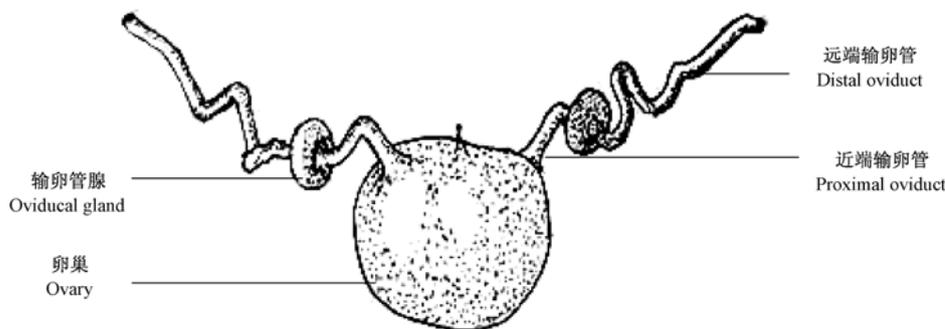


图1 嘉庚蛸雌性生殖系统结构

Fig. 1 Female reproductive system of *Octopus tankahkeei*

2.2 输卵管的组织学变化 输卵管分为远端输卵管和近端输卵管,远端输卵管中无大的突起,近端输卵管内具两瓣蘑菇状突起嵌入管腔

中。近端输卵管的前、中、后三段结构差异显著,前段的突起为两瓣(图版 I:1),中段的突起变为单个(图版 I:2),至输卵管腺的位置,蘑菇

状突起又渐渐缩小变为粗的分叉(图版 I:3)。

8~10 月份,远端输卵管横切面明显分为 5 个区,几乎为等五角星状(图版 I:4),输卵管壁厚,内腔的上皮褶入呈正三角形,三角形褶皱由许多短指状突起构成(图版 I:5)。

11~12 月份,近端输卵管变为厚壁腔,内部的短指状分枝数目增多。远端输卵管中的上皮组织由柱状纤毛分泌细胞构成,血管分布于肌肉壁中,输卵管中的环形肌纤维进一步增厚(图版 I:6)。

次年 1~3 月份,近端输卵管中分化出两种不同的褶皱,大的不规则突起和小的指状突起,均被黏膜物质包裹。近端输卵管壁变薄,突起变短变大,出现树枝状分叉,远端输卵管的内腔随着壁的增厚和突起的增大而变小。

4~5 月份期间为性成熟季节,近端和远端输卵管的外壁变薄,管腔内突起逐渐缩小,内部空腔变大,输卵管内充满了成熟的精子(图版 I:7,8),且远端输卵管内黏膜性物质增多。

2.3 输卵管腺的变化 输卵管腺的横切面呈辐射型,外被基膜和单层柱状上皮,由中央腔、纳精囊和输卵管腺体腔 3 部分构成(图版 I:9)。中央腔由环形肌纤维包裹而成,内壁为肌纤维和结缔组织形成的突起。中央腔外层有 24 个大小不等的空腔,为纳精囊。纳精囊分为内外两部分,内腔小而等大,外腔大且分枝明显,为疏松结缔组织和少量的肌纤维。最外层是输卵管腺的腺体组织,由结缔组织与纳精囊相连,腺体区由基膜伸入腺体组织中分割为若干个独立的小室。

8~10 月份,纳精囊上皮细胞为立方上皮,细胞核位于细胞基部、嗜碱性。腺体腔为致密管状腺,外层为完整结缔组织,内层为狭长的空腔,两层之间没有基膜相连。内层细胞质弱嗜酸性,空泡化严重,外层细胞质强嗜酸性,空泡化不明显(图版 I:10)。

11~12 月份,腺体腔不完整,腔逐渐变大。内层嗜酸性的细胞质内含有拉长的嗜碱性的细胞核,空泡化明显,外层细胞质的空泡化较少,嗜酸性减弱(图版 I:11)。

次年 3~4 月份,纳精囊中可见大量精子,头部嵌入到黏膜中,尾部游离在纳精囊腔中(图版 I:12)。

5 月份,纳精囊内精子被释放,仅残留少量的精子,而输卵管腺开始变大(图版 I:13)。

2.4 卵子发生及性腺发育 卵巢球形,位于胴体基底部,靠近鳃心及附属物,与精巢位置一致^[19]。卵子香蕉状,由卵柄成葡萄状地悬挂于卵巢中。

8 月份,卵原细胞为圆形或椭圆形,直径约 0.4~0.8 mm。卵原细胞外包裹双层的滤泡细胞,外层为扁平形细胞,内层为立方形细胞,卵原细胞内为匀质的细胞质(图版 II:1)。

10~11 月份,卵母细胞拉伸为长椭圆形,仅 5% 的卵母细胞出现 4 个褶皱,5% 卵母细胞有 3 个褶皱,而绝大多数(90%)未出现褶皱,细胞质完整(图版 II:2)。细胞核圆形,位于卵母细胞远端,核仁开始消失,数目由 4 个(图版 II:3)减少至 1 个。滤泡细胞挤压、增生内嵌成褶皱深入到细胞质中,此阶段卵母细胞直径 1.2~1.5 mm。

12 月份,卵母细胞的内层滤泡细胞显著拉伸成柱状,褶皱更突出,此阶段滤泡细胞的细胞核强嗜碱性,长而窄(图版 II:4)。卵子细胞质受到褶皱的挤压被分割为多叶,此期卵母细胞似苦瓜状,外表可见褶皱内嵌形成的多条纵脊。卵黄物质开始合成,核周物质增加。褶皱数目也大幅增加,单个滤泡中褶皱数目超过 10 个的约占 5%,褶皱数 6 个的达到 10%,5 个褶皱的比例占到 15%,但仍有 70% 的卵母细胞未出现褶皱(图版 II:5)。

次年 1~3 月份,卵母细胞的直径达到 1.8~2.0 mm,褶皱变窄,纵行的褶皱脊清晰可见(图版 II:6)。此期仅有 20% 个体未出现褶皱,超过 70% 的个体出现 11 个褶皱(图版 II:7),滤泡细胞的褶皱仍在内嵌生成(图版 II:8),其余的 10% 有 5 个褶皱。

4 月份,卵子细胞逐渐膨大,细胞直径超过 5 mm,成熟卵子的褶皱数目达到 11 个以上,细胞质增殖明显,占据整个滤泡细胞(图版 II:9)。

5 月份,滤泡细胞直径达到 2.1 ~ 2.6 mm。卵子已发育成熟,其内部发生了显著的变化:褶皱的萎缩和细胞质的透明质化(图版 II:10)。褶皱萎缩,滤泡细胞数目减少,受精后褶皱完全消失,形状由长柱形变为立方体,细胞核嗜碱性程度减弱。发育初期被挤压的细胞质随着褶皱的萎缩和卵黄物质的形成而丰满。

3 讨 论

3.1 性腺发育分期 软体动物卵巢发育分期差异较大,不同的动物中分期方法各不相同,如双壳类、腹足类和头足类差异明显^[1]。软体动物的卵巢往往分为增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止期^[4],而嘉庚蛸生殖系统的大小和重量从 8 ~ 12 月增加明显^[13-14],但卵巢略有不同。滤泡细胞是头足类卵子发育过程中的共同特征,也被视为在头足类卵巢发育的重要证据之一,滤泡细胞的内嵌和滤泡内卵黄物质的合成^[20]是头足类卵子发生的重要特征,在不同发育阶段滤泡的数目和伸入程度也存在较大差异^[5]。十腕目巴塔哥尼亚枪乌贼的滤泡褶皱数目为 13 个^[5],我们观察到,嘉庚蛸卵母细胞中褶皱的最大数量为 13 个,绝大多数为 11 ~ 12 个。据报道,滤泡细胞的来源主要有两条途径,基质细胞和卵原细胞,前者为非生殖细胞,后者为早期生殖细胞^[21]。嘉庚蛸滤泡细胞在性腺发育早期出现,并生发自卵巢基质的上皮细胞,它与卵母细胞的形态、大小和数量均存在较大差异,因此,嘉庚蛸滤泡细胞属于非生殖细胞,起源于基质细胞。

巴塔哥尼亚枪乌贼的卵巢发育被划分为 7 个时期,而卵子发生主要经历 4 个时相 8 个不同阶段^[5],Anna 等^[8]根据滤泡内褶皱的数目变化和卵黄物质的多寡将真蛸的性腺发育分为 4 个时期,卵黄合成前期、卵黄合成早期、卵黄合成盛期和卵黄合成后期。由于头足类动物卵子个体普遍偏大,卵黄物质较多,卵子发育时相较难确定,因此 Anna 等的方法较为可信^[5,8]。滤泡褶皱数目的多寡和衰败现象在嘉庚蛸中同样得以证实,其卵母细胞经历了无褶皱、开始褶

皱、5 ~ 6 褶皱、11 ~ 13 褶皱、褶皱的萎缩等一系列阶段,卵黄物质在不同发育阶段差异较大,故建议嘉庚蛸卵子发育过程也分为上述 4 个时期,前期(I:8 ~ 11 月份)滤泡细胞未褶入卵母细胞内部,卵黄物质完整,早期内层滤泡细胞褶入卵母细胞内部,褶皱数目少于 6 个;中期(II:12 月至次年 3 月份)滤泡细胞大规模褶入细胞内部,形成大而长的褶皱,数目达到 11 ~ 12 个,卵黄物质少;盛期(III:4 月份)滤泡细胞形成的褶皱数目为 12 ~ 13 个,卵黄物质大量形成,褶皱臂相对较短;后期(IV:5 月份以后)滤泡褶入形成的褶皱臂退化,仅在基部形成小的突起,卵黄物质合成数量进一步增大。大量的卵黄物质在受精卵的孵化及幼体出膜后的营养供应过程中发挥重要的作用,也是嘉庚蛸保证种群数量稳定的重要生殖机制之一。

3.2 卵母细胞双核仁现象 卵母细胞双核仁现象主要发生在各种贝类中,例如双壳类和腹足类等软体动物^[2-3],蔡英亚等^[4]证实,双壳类中双核仁现象普遍,嘉庚蛸卵母细胞中核仁数目不止一个。嘉庚蛸的核仁中位,其中的一个核仁染色较深,其他的核仁染色较浅。核仁染色程度差异是由于不同发育阶段核仁蛋白含量不同造成^[22],它们在卵母细胞新陈代谢的不同阶段发挥着不同的功能。在本实验中观察到,双核仁出现在卵黄合成前期,发育的后期不存在多核仁或双核仁现象,而 Froesch 等^[23]研究表明双核仁现象出现在发育的后期,对于双核仁出现时期差异的原因尚需进一步研究。

3.3 雄性先熟 性腺发育过程中,输卵管和输卵管腺均发生了较大变化,此现象是与功能相适应的。在 3 ~ 4 月份,输卵管和输卵管腺中发现了大量成熟的精子,与嘉庚蛸雌雄间存在交配^[17]和生殖季节精英整体外排的现象相呼应^[19],真蛸输卵管腺中的纳精囊在 5 月份可见大量的精子,进一步证实了雄性先熟的假说^[8]。Froesch 等^[23]推测,蛸产卵过程中,当卵子通过输卵管腺的中央腔时,它们在此等待纳精囊中精子的激活、释放,以完成受精过程,输卵管腺形态结构的改变与精子激活的假设相一

致^[10]。当精子开始激活后,中央腔就是卵子受精的场所,输卵管腺中央腔的结构变化与它在精子激活中扮演的角色一致。

参 考 文 献

- [1] 楼允东. 组织胚胎学. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1995: 179 - 312.
- [2] 应雪萍, 陈鸟, 华恩宠, 等. 泥螺生殖系统的组织学研究. 东海海洋, 2002, 20(3): 24 - 31.
- [3] 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. 水产学报, 2000, 24(5): 393 - 398.
- [4] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论. 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 1995.
- [5] Laptikhovskiy V V, Arkhipkin A I. Oogenesis and gonad development in the cold water loliginid squid *Loligo gahi* (Cephalopoda: Myopsida) on the Falkland shelf. Journal of Molluscan Studies, 2001, 67(4): 475 - 482.
- [6] Sauer W H, Lipiński M R. Histological validation of morphological stages of sexual maturity in chokker squid *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orb. (Cephalopoda: Loliginidae). South African Journal of Marine Science, 1990, 9(1): 189 - 200.
- [7] Baeg G H, Sakurai Y, Shimazaki K. Maturation processes in female *Loligo bleekeri* Keferstein (Mollusca: Cephalopoda). The Veliger, 1993, 36(3): 228 - 235.
- [8] Di Cosmo A, Di Cristo C, Paolucci M. Sex steroid hormone fluctuations and morphological changes of the reproductive system of the female of *Octopus vulgaris* throughout the annual cycle. Journal of Experimental Zoology, 2001, 289(1): 33 - 47.
- [9] 许星鸿, 阎斌伦, 郑家声, 等. 长蛸生殖系统的形态学与组织学观察. 动物学杂志, 2008, 43(4): 77 - 84.
- [10] Wells M J. Octopus: Physiology and Behaviour of an Advanced Invertebrate. London: Chapman and Hall, 1978: 1 - 417.
- [11] Kueta N, Boucaud-Camou E, Renou A M. Gonadotropic mitogenic activity of the optic gland of the cuttlefish, *Sepia officinalis*, during sexual maturation. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1993, 75: 371 - 404.
- [12] Olivares A P, Zuniga O R, Retamales E N. Sexual maturity scales for Octopus from II region, Chile. Estudios Oceanology, 1994, 13: 89 - 91.
- [13] 焦海峰, 尤仲杰, 王一农. 嘉庚蛸 (*Octopus tankaheei*) 基础生物学特征的研究. 海洋学报, 2008, 30(5): 88 - 93.
- [14] 尤仲杰, 焦海峰. 嘉庚蛸个体生殖力的研究. 海洋学报, 2006, 28(6): 134 - 138.
- [15] Zhu J Q, Yang W X, You Z J, et al. The ultrastructure of the spermatozoon of *Octopus tankaheei*. Journal of Shellfish Research, 2005, 24(4): 1203 - 1207.
- [16] 竺俊全, 杨万喜, 尤仲杰, 等. 嘉庚蛸精子发生的超微结构. 水产学报, 2006, 30(2): 161 - 170.
- [17] 焦海峰, 尤仲杰, 包永波. 人工养殖条件下嘉庚蛸的生物学特征及繁育技术初探. 动物学杂志, 2005, 40(3): 67 - 71.
- [18] Mangold K. Reproduction // Boyle P R. Cephalopod Life Cycles. Orlando, FL: Academic Press, 1989: 441 - 338.
- [19] 焦海峰, 施慧雄, 尤仲杰. 嘉庚蛸雄性生殖系统组织学观察. 上海海洋大学学报, 2010, 19(3): 333 - 338.
- [20] Lum-Kong A. Oogenesis, fecundity and pattern of spawning in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae). Malacological Review, 1993, 26: 81 - 88.
- [21] 张耀光, 谢小军. 南方鲑卵巢滤泡细胞和卵膜生成的组织学研究. 动物学研究, 1995, 16(2): 166 - 172.
- [22] O'Dor R K, Wells M J. Control of yolk protein synthesis by *Octopus* gonadotropin *in vivo* and *in vitro* (effects of *Octopus* gonadotropin). General and Comparative Endocrinology, 1975, 27(2): 129 - 135.
- [23] Froesch D, Marthy H J. The structure and function of the oviducal gland in octopods (Cephalopoda). Proceedings of the Royal Society of London B, 1975, 188(1090): 95 - 101.

图版 I 说明

1. 近端输卵管前段横切, $\times 100$; 2. 近端输卵管中段横切, $\times 100$; 3. 近端输卵管后段横切, $\times 100$; 4. 远端输卵管基段横切, $\times 100$; 5. 远端输卵管顶部横切, $\times 100$; 6. 远端输卵管放大, 示纤毛, $\times 400$; 7. 成熟期近端输卵管, 示精子, $\times 100$; 8. 成熟期远端输卵管, 示精子, $\times 100$; 9. 输卵管腺横切, $\times 100$; 10. 纳精囊, $\times 400$; 11. 输卵管腺的附属腺体, $\times 400$; 12. 纳精囊内成熟精子, $\times 1000$; 13. 交配后的纳精囊, $\times 1000$ 。

Explanation of Plate I

1. Transverse section of the anterior piece of proximal oviduct, $\times 100$; 2. Transverse section of middle piece of proximal oviduct, $\times 100$; 3. Transverse section of the end piece of proximal oviduct, $\times 100$; 4. Transverse section of the anterior piece of distal oviduct, $\times 100$; 5. Transverse section of the end piece of distal oviduct, $\times 100$; 6. Magnification of enlarged folds in distal oviduct, showing the cilium, $\times 400$; 7. Transverse section of oviduct after coupling, showing lumen filled with sperm, $\times 100$; 8. Transverse section of distal oviduct with lumen filled with sperm, $\times 100$; 9. Transverse section of the oviducal gland, $\times 100$; 10. Transverse section of the glandular compartment, showing spermathecae, $\times 400$; 11. Transverse section of the oviducal gland, showing inner region and outer region of gland, $\times 400$; 12. Spermathecae with sperm heads inserted into the mucosa, $\times 1000$; 13. The desperation spermathecae, $\times 1000$.

Mp: 蘑菇状突起; Cm: 环形肌纤维; L: 内腔; Ff: 指状突起; Tp: 三角形突起; M: 纤毛; S: 精子; Mm: 黏膜物质; Sp: 纳精囊; Ir: 输卵管腺中附属腺的内区; Or: 输卵管腺中附属腺的外区; Bl: 基膜。

Mp: Mushrooms protruding; Cm: Circular muscles; L: Lumen; Ff: Finger folds; Tp: Triangle protruding; M: Microvilli; S: Sperm; Mm: Mucosa materials; Sp: Spermathecae; Ir: Inner region; Or: Outer region; Bl: Basal lamina.

图版 II 说明

1. 8 月份卵巢横切, $\times 200$; 2. 10 月份卵巢横切, $\times 200$; 3. 卵母细胞横切, 示细胞核中多核仁, $\times 400$; 4. 包裹卵母细胞的双层滤泡细胞, 箭头示双层滤泡细胞 $\times 400$; 5. 10 个褶皱臂的卵母细胞, $\times 200$; 6. 12 月份卵巢横切, 示褶皱增多, $\times 200$; 7. 11 个褶皱臂的卵母细胞, $\times 200$; 8. 11 个褶皱臂的卵母细胞, 示 2 个褶皱臂正在形成, $\times 200$; 9. 成熟卵母细胞, 示卵黄物质, $\times 100$; 10. 卵母细胞后期, 箭头示褶皱萎缩, $\times 400$ 。

Explanation Plate II

1. Transverse section of ovary collected in August, $\times 200$; 2. Transverse section of ovary collected in October, $\times 200$; 3. Transverse section of oocyte, $\times 400$; 4. Transverse section of follicles at a higher magnification, arrow showing the layer of follicle cells surrounding the oocytes, $\times 400$; 5. Transverse section of the ovary collected in December, $\times 200$; 6. Transverse section of a follicle with ten folds and one fold starting to enfold, $\times 200$; 7. Transverse section of a follicle with eleven folds, $\times 200$; 8. Transverse section of a follicle with eleven folds and two folds starting to enfold, $\times 200$; 9. Matured oocytes, $\times 100$; 10. Regressed fold, arrow showing the regressed fold $\times 400$.

Ge: 生殖上皮; Oc: 卵母细胞; Y: 卵黄; Nc: 核仁; F0: 未形成褶皱臂; F4: 4 条褶皱臂; F6: 6 条褶皱臂; Fn: 大于等于 7 条褶皱臂; Ef: 褶皱臂; Sef: 正在生成的褶皱臂; Rf: 萎缩的褶皱臂。

Ge: Germinal epithelium; Oc: Oocytes; Y: Yolk; Nc: Nucleolus; F0: Follicles without folds; F4: Follicles with four folds; F6: Follicles with six folds; Fn: Follicles with more than 7 folds; Ef: Enfold; Sef: Starting enfold; Rf: Regressed fold.

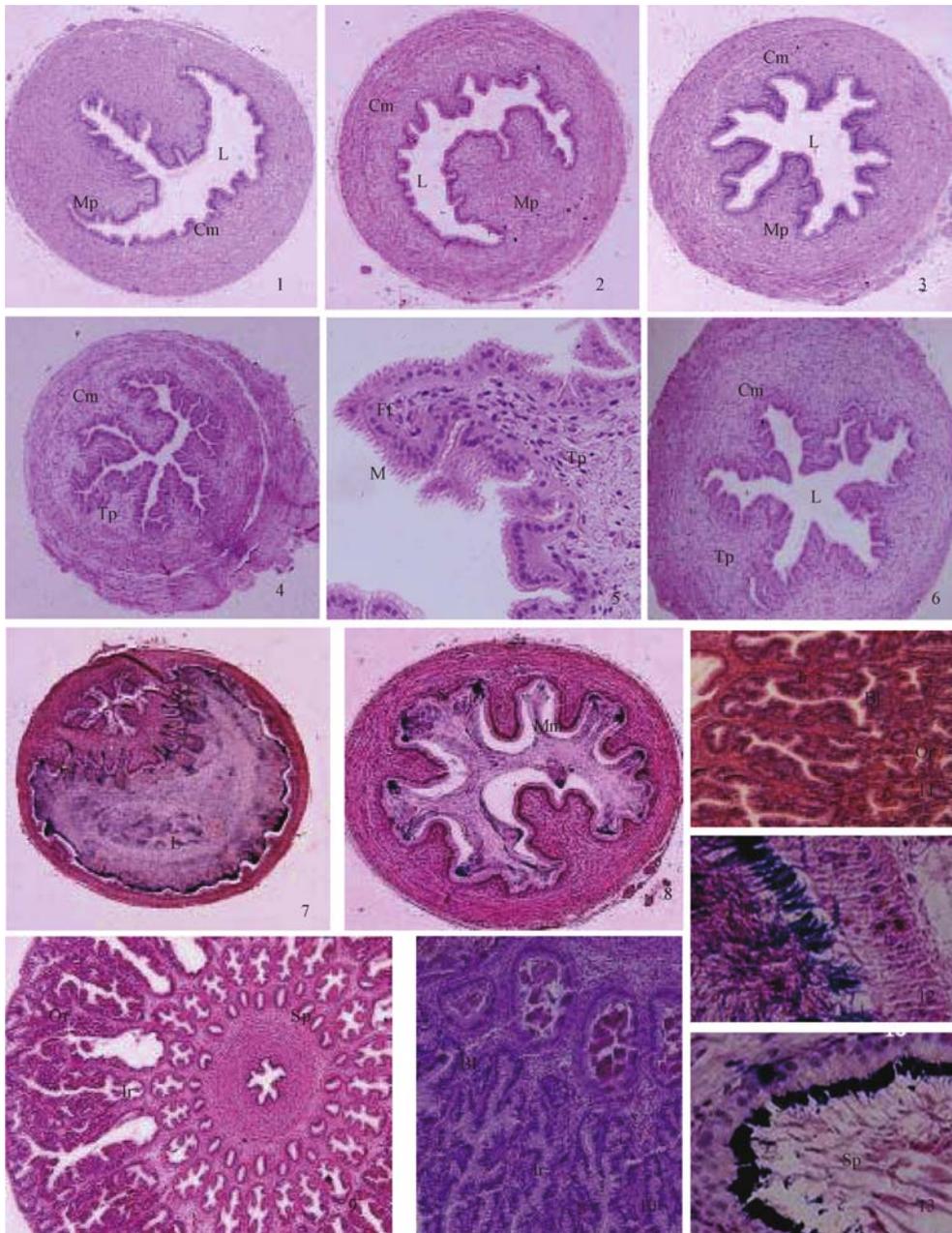
焦海峰等:嘉庚蛸雌性生殖系统组织学观察

图版 I

JIAO Hai-Feng *et al.*: Histological Study of Reproductive System of the Female

Octopus tankahkeei

Plate I



图版说明见文后

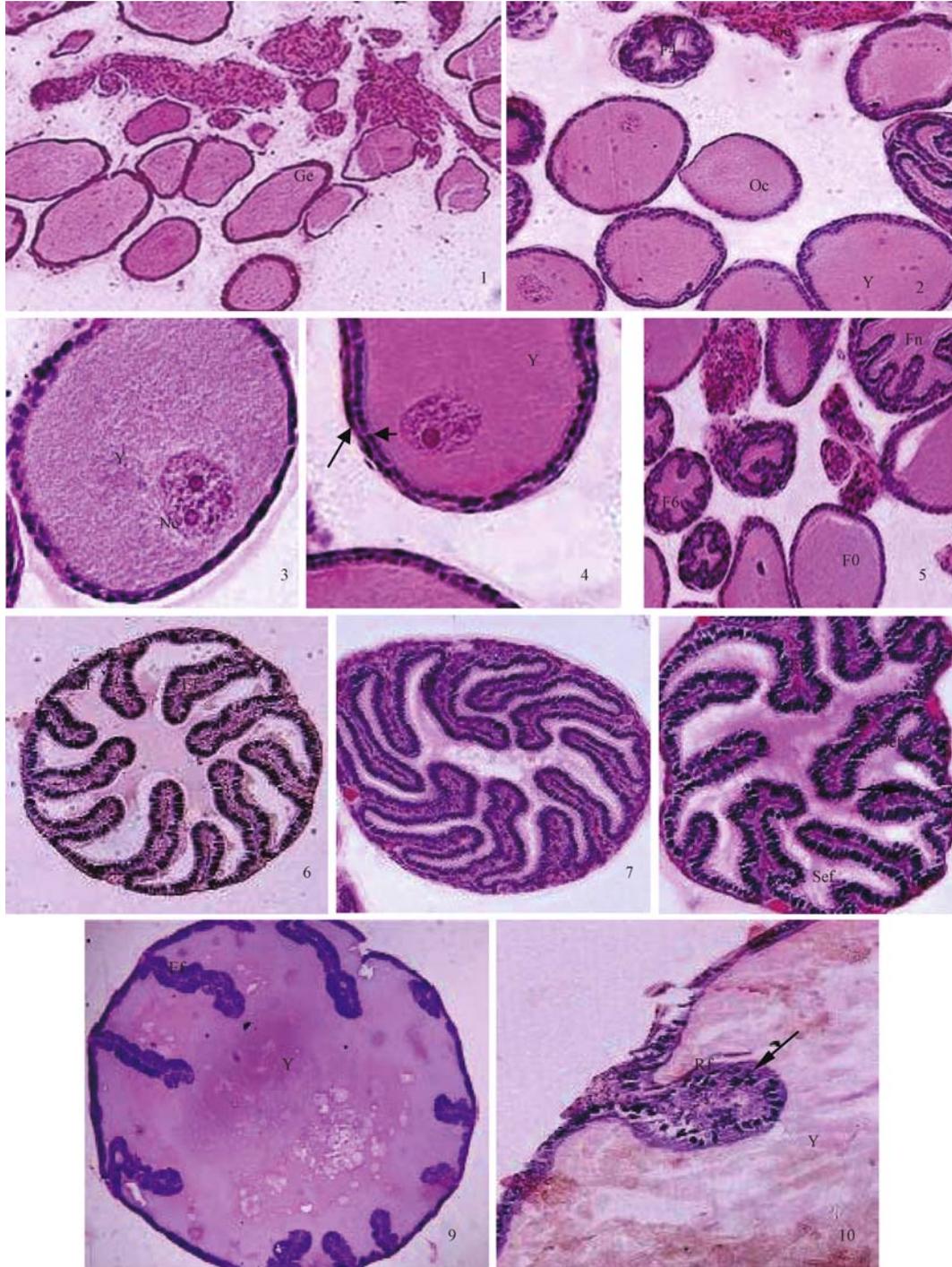
焦海峰等:嘉庚蛸雌性生殖系统组织学观察

图版 II

JIAO Hai-Feng *et al.*: Histological Study of Reproductive System of the Female

Plate II

Octopus tankahkeei



图版说明见文后