

15 脉红螺 *Rapana venosa* (Valenciennes)

生殖系统的组织解剖学研究

侯圣陶

(黄海水产研究所, 青岛)

程济民

(东北民族学院, 大连)

侯林 王秋雨 李国华

(东北师范大学, 长春)

内 容 提 要

脉红螺为雌雄异体。雄性生殖系统包括8部分: 精巢、输精小管、贮精囊、输精管、前列腺、输精管外套段 I、输精管外套段 II 和阴茎。雌性生殖系统包括7部分: 卵巢、输卵管小管、输卵管 I 段、纳精囊、输卵管 II 段、蛋白腺和产卵巢。

脉红螺精子形成过程中有精子细胞团形成。精子线形, 由头段、中段和尾段构成。头段核基部内凹形成“U”形管; 中段有丝状线粒体鞘, 螺旋缠绕轴丝; 尾段由9条粗纤维包围“9+2”型轴丝构成。

本文亦对前列腺、蛋白腺及蛋白质卵黄粒等的超微结构作了观察。

脉红螺体大, 肉味鲜美, 壳可入药, 是我国北方沿海重要的经济贝类。研究脉红螺生物学可为进一步开发利用其资源提供理论依据。

Lupu (1977) 对黑海的 *R. thomasi* (现在认为它就是 *R. venosa*) 较详细地作了消化系统、循环系统和生殖系统的大体结构观察。李嘉泳 (1959) 在“强棘红螺 (即脉红螺) 的生殖和胚胎发育”中, 对雌性生殖管道作了部分描述。目前为止国内、外对脉红螺生殖系统的组织学尚无报道。

材 料 与 方 法

1. 材料购于大连市场, 生活个体壳高 94—150 mm, 共解剖 52 个标本。

2. 测量标本后, 将壳打碎, 取出生殖系统, 分段剪取新鲜组织, 分别用 Bouin, Carnoy, Zenker, Gilson, 冷丙酮、中性福尔马林等液固定, 石蜡包埋, 连续切片或冰冻切片 (厚度 6—10 μ)。研究时辅以活体观察、徒手切片、涂片和美蓝直接染色等。

3. 各器官切片均用 H.E 常规染色; 特殊部位用汞-溴酚蓝法 (HgBPP) 显示蛋白质; McManus (1964) PAS 反应显示蛋白多糖; Brachet 反应显示 DNA 和 RNA; 苏丹 III 法染色检测脂肪; 1% 亚苯胺蓝异色反应测定酸性粘液物质; Van-Gilson 氏法显示胶原纤维和肌组织; Gomori (1950) 法测定酸性磷酸酶; Gomori 原法测定碱性磷酸酶。

本文于 1988 年 9 月收到。

本文是在赵庆渭教授指导下完成的; 承蒙江西大学郑宗觉教授、青岛海洋大学李善庆教授及乐山师范学院刘教授悉心审阅、修正; 研究中还得到东北师大生物系电镜室诸老师大力支持; 一并致谢。

4. 电镜材料的制作

(1) 扫描观察精子及精子细胞团: 取精巢和贮精囊内精液, 用 2.5% 戊二醛 4℃ 下固定 1 小时, 以 2000 转/分离心 8 分钟, 弃去上清液, 铁酸固定 1 小时, 酒精逐级脱水, 再用乙酸异戊酯置换酒精 10 分钟。将样品滴于干净的盖玻片上, 置样品盒内, 临界点干燥, 镀金, 用日立 H-6010A 扫描电镜系统观察, 拍照。

(2) 取精巢、卵巢、前列腺和蛋白腺, 按常规透射电镜制样技术制样; 切片用醋酸铀和柠檬酸铅双重染色, 在日立 H-600 透射电镜系统上观察, 拍照。

结 果

一、雄性生殖系统 由 8 部分组成(图 1)。

1. 精巢 (testis) 位于内脏囊顶部, 相当 2—3 螺层内。杏黄色, 长 44—68mm, 宽 25—170mm, 厚 2.6mm。精巢由许多长管状生精小管构成, 管径 0.5—0.8mm, 少数有分枝。生精小管上皮 (即生殖上皮) 外面围有一层类肌细胞。由生殖上皮产生的许多精原细胞

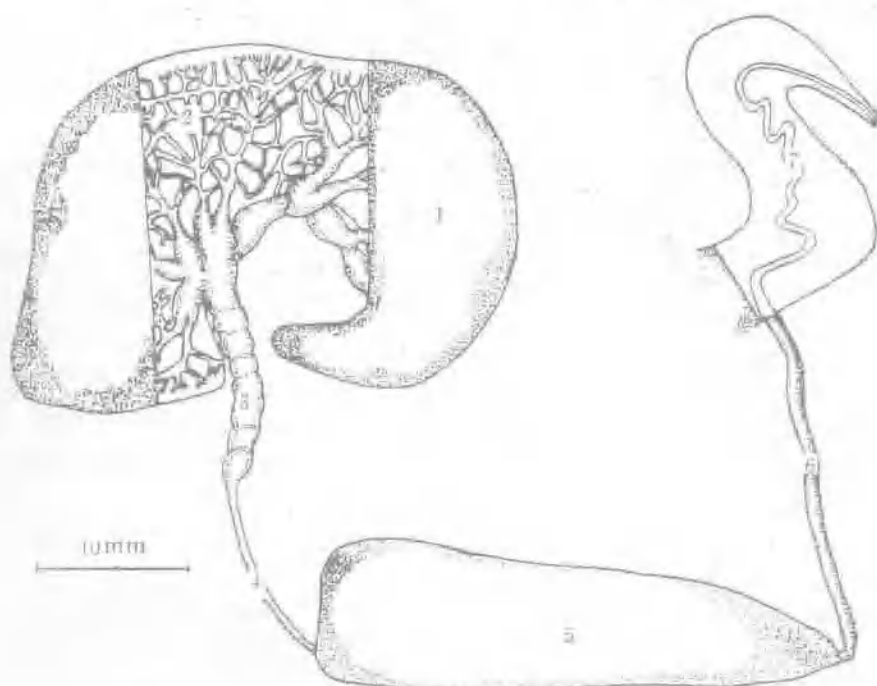


图 1 脉红螺雄性生殖系统

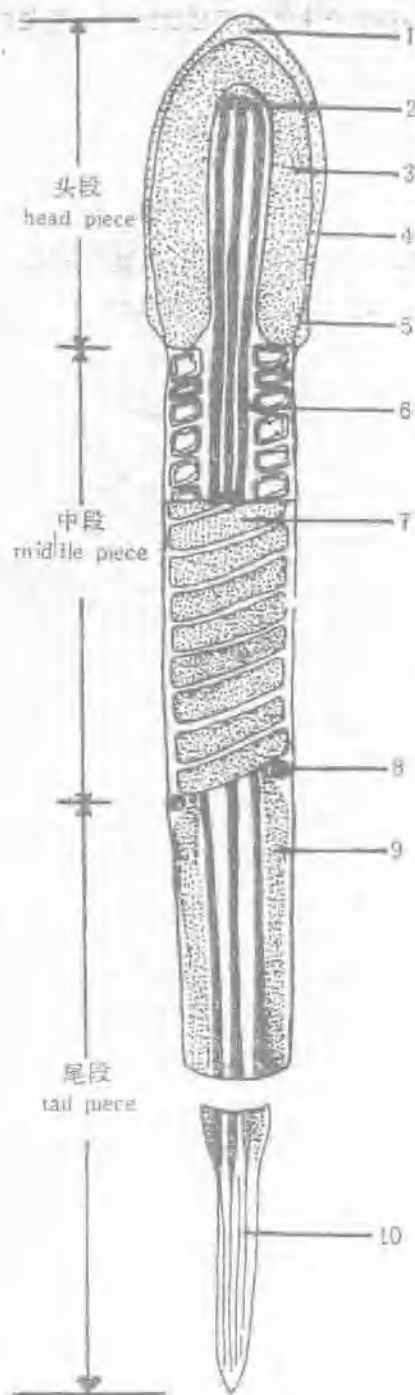
(Male reproductive system of *Rapana venusta*)

1. 精巢 (testis) 2. 输精小管 (vas deferens minor) 3. 贮精囊 (vesicular seminalis) 4. 输精管 (vas deferens) 5. 前列腺和输精管外套段 I (prostate and pallial vas deferens I) 6. 输精管外套段 II (pallial vas deferens II) 7. 阴茎 (penis)

(spermatogonia) 排列成层。精原细胞层以内依次为初级精母细胞 (primary spermatocyte) 和次级精母细胞 (secondary spermatocyte)。生精小管腔内有大量精子细胞团 (group of spermatids) 和精子。精原细胞间夹有许多长柱状的支持细胞 (sustentacular cell)。支持细胞向内伸向管腔, 初、次级精母细胞即“镶嵌”于其内侧端。

在扫描电镜下观察, 精子细胞团呈葡萄状, 由多个大小不等的球形精子细胞聚集而

成(图版 1:5)，“团”的直径约 10μ ，有的团上还有正在变态的精子。经 Brachet 测定，精子细胞中心部(被染成绿色)含有 DNA，外周部(被染成红色)含有 RNA。在输精小管和贮精囊内也发现有这种小“团”，而在黄体纳精囊内取到的精液中则没有。作者认为精子细胞团可能是由次级精母细胞成熟后彼此未能分开而形成的精子细胞聚合物。



精子呈线状，长 $28-30\mu$ 。在电镜下可见精子明显分为头段、中段和尾段(图2，图版 1:1、2、3、4)。头段长 $3-4\mu$ ，呈“弹头”状，外被细胞膜，内有大型均质的“袋状”核，核后端中央部有一开口，由此向内深陷成袋状，而在矢切面上则核呈倒“U”形。在靠近头基部处细胞膜膨大成一环(图版 1:4)。头部顶端冠以不发达的顶体。顶体电子密度略小于核，这与 Galangau (1969) 对骨螺科精子的记录是一致的。在核的内侧靠近顶端 $1/4$ 处有一单个中心粒(或称基体 Basal body)。由中心粒向后发出一轴丝贯穿整个精子。轴丝是典型 $9+2$ 微管结构，在头段被核形成的“袋”包被。精子中段长 $5-8\mu$ ，由线粒体形成的鞘包围在轴丝外面。线粒体丝状，螺旋围绕轴丝，它们呈失去了体细胞中典型线粒体的某些特征，但双层膜仍然很明显。在中段末端处有一致密环带(图版 1:10)，将中段与尾段分开。尾段长 $18-20\mu$ ，其中心为轴丝，轴丝外面包有 9 束由多糖颗粒形成的粗纤维，最外层为精子膜。9 束粗纤维延续到精子近末端处逐渐消失，最后轴丝亦失去 $9+2$ 型结构而呈无规则散乱状。

2. 输精小管 (vas deferens minor) 位于精巢底面，与生精小管相连，数目很多，联结成网。管径 $0.5-1\text{mm}$ ，管壁为单层立方上皮，外包一层环肌。输精小管在精巢右侧边缘汇集成

图 2 肺红螺精子模式图

(Model of the sperm of *R. verrucosus*)

1. 顶体 (acrosome) 2. 基体 (basal body) 3. 核 (nucleus) 4. 精子膜 (sperm membrane) 5. 膨大环 (inflated ring) 6. 轴丝 (axoneme) 7. 线粒体鞘 (chondriosomal mantle) 8. 致密环带 (condensed circular band) 9. 粗纤维 (coarse fibre) 10. 散乱的轴丝 (diffuse axoneme)

十几个较大的囊状结构, 是为输精小管的汇集室。

3. 贮精囊 (vesicular seminalis) 位于精巢右内侧, 为盘曲状的管子, 长 10.8—17.5 mm, 管径 3.2—4.3 mm。管壁为单层柱状上皮外围一层环肌。成熟精子多吸附于管路上皮, 腔内还可见游离的精子细胞团。

4. 输精管 (vas deferens) 紧接贮精囊, 线状, 长 10—15.6 mm, 管径 0.8—1.1 mm。管腔上皮为单层柱状纤毛上皮。这一段在非生殖季节无精子。

5. 前列腺和输精管外套段 I (prostate and pallial vas deferens I) 前列腺为前端尖, 后端钝圆的侧扁豆荚形腺体, 长 32—38 mm, 中央部宽 10—12 mm。在靠腺体腹缘有输精管外套段 I 通过。腺体由分泌管和导管构成。腺管上皮细胞呈锥形, 排列紧密, 细胞质内有大量的分泌颗粒。

电镜下观察腺细胞, 可见细胞内有众多的由滑面内质网包被的分泌泡。当分泌旺盛时, 分泌泡互相吞并, 分泌颗粒变粗大、浓黑, 最后分泌泡破裂, 将内含物释放出去。

导管由初级导管、次级导管和集接管构成。管壁均由单层细胞构成, 唯初级导管管壁细胞为柱状, 次级导管为短柱状, 集接管为立方状。

输精管外套段 I 弯曲穿行于前列腺小叶间, 管径约 54 μ , 管壁为纤毛柱状上皮, 纤毛很长, 上皮外围有一薄层环肌。

6. 输精管外套段 II (pallial vas deferens II) 从前列腺前端发出, 伸达阴茎。管长 15—31 mm, 管径 1—1.4 mm。管道断面圆形, 纤毛柱状上皮外被以厚的环肌。

7. 阴茎 (penis) 位于头部右上方, 靠近右触角。阴茎发达, 形似鸟头, 长 26—43 mm, 基部宽 10—12 mm, 顶端有生殖孔。阴茎表皮为单层柱状上皮。表皮基底膜下是环肌层和纵肌层。阴茎中央带由疏松结缔组织构成, 内有许多血管和血窦。输精管经中央带弯曲穿行至生殖孔。

二、雌性生殖系统 由 7 部分组成 (图 3)。

1. 卵巢 (ovary) 位于内脏囊顶部, 相当 1—2.5 螺层内。杏黄色, 长 47—86 mm, 最

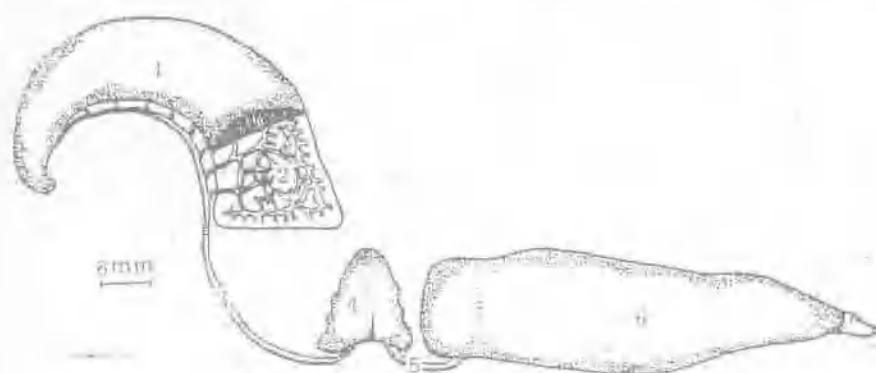


图 3 脉红螺雌性生殖系统

(Female reproductive system of *R. venosa*)

1. 卵巢 (ovary) 2. 输卵小管 (oviduct minor) 3. 输卵管 I 段 (oviduct I) 4. 贮精囊 (receptaculum seminis) 5. 输卵管 II 段 (oviduct II) 6. 蛋白腺 (albumen gland) 7. 产卵器 (ovipositor)

宽处 11—20mm, 厚 3—6mm, 由许多卵巢小管构成。

卵的发育经过下述三个阶段:

(1) 卵原细胞期 (oogonium stage) 此期细胞很小, 排列紧密, 核径约 7—9 μ , 核质均匀, 疏松。卵原细胞行有丝分裂增多并向腔内发育。

(2) 卵黄形成期 (yolk-formation stage) 此期细胞增大, 圆球形, 直径 19—20 μ , 核径约 15 μ , 核仁明显, 有的细胞有 2—3 个核仁。此期细胞质染色较深, 但无明显卵黄粒形成。

(3) 成熟期 (mature stage) 此期卵母细胞直径 40—50 μ , 在细胞质内可见大量蛋白质卵黄粒 (proteinaceous yolk), 同时还可见很多大小不等的球形脂性卵黄粒 (lipid yolk) (图版 1:9)。电镜下观察蛋白质卵黄粒, 可见其周围有很多线粒体和内质网。卵黄粒有一中央晶体板, 板周围有一些前体颗粒有序地排列于晶体板上 (图版 1:7)。

作者在研究中将卵巢分为前、中、后三段取材, 发现各段成熟程度基本相同。

2. 输卵小管 (oviduct minor) 与卵巢小管相接, 细线状并交织成网。管壁由单层扁平上皮和外围的环肌构成。

3. 输卵管 I 段 (oviduct I) 靠近螺轴, 下行至肾脏中部处进入纳精囊。管长 12—21mm, 管径 0.6—1.8mm。管壁由立方上皮和外围的一薄层环肌构成。平时管壁形成 5—6 个褶凸入管腔, 至产卵季节, 管壁褶皱被拉开, 管腔扩大。

4. 纳精囊 (receptaculum seminis) 心脏形, 侧扁, 边缘每侧有 5—6 个齿形小突起。囊腔被结缔组织半隔膜分成互相通连的前、后、顶三室 (图版 1:8), 隔膜中有血管和神经分布。前室与输卵管 II 相连, 后室与输卵管 I 相连。囊壁内被覆纤毛柱状上皮, 上皮外为无数腺管构成的分泌层。分泌物主要是蛋白质, 还有少量糖蛋白 (表 1)。从纳精囊里取出的精子非常活跃, 但其中已无精子细胞团了。

表 1 纳精囊和蛋白腺的组织化学
(Histochemistry on albumen gland and receptaculum seminalis)

方法 (Methods) 反应 强度 (Reac. Intens) 材料 (Materials)	碱性磷酸酶 (Alkaline Phosphatase)	酸性磷酸酶 (Acid phosphatase)	PAS	HgB PB	甲基蓝反应 (Methyl Blue Reaction)	苏丹 III 反应 (Sudan III)	Unna/ Brachet
蛋白腺 (Albumen Gland)	+++	+	(+)	+++	—	—	/
纳精囊壁 (Receptaculum Seminalis)	+++	+	(+)	+++	—	—	/

+++; 反应强烈 (strong reaction); +; 反应一般 (general reaction); (+); 略有反应 (slight reaction); —; 无反应 (non-reaction); /; 未测定 (haven't analysed)。

5. 输卵管 II 段 (oviduct II) 连接纳精囊与蛋白腺。肉红色, 管径约 1.2mm。管腔上皮为假复层纤毛柱状上皮。整个管道内有 5—6 条纵褶, 上皮外为环肌带, 最外层有放射的纵肌牵引。

6. 蛋白腺 (albumen gland) 包括内部的精沟、蛋白腺本体及蛋白腺腔。

(1) 精沟 (afferent seminal groove) 位于蛋白腺腔底部,为上接输卵管 II 段,下接产卵器的一条半闭合的管道。精沟由左右两纵褶构成,左褶呈半圆形包住右褶,在两褶靠近处,右褶有 2 个小突起与左褶边缘的突起形成齿状嵌合,但不紧密,呈半闭合状(图版 I:6)。这两个纵褶在前端与产卵器内褶相连续;在后端靠近输卵管 II 处,二褶消失,仅存一浅沟。精沟靠蛋白腺腔一侧均为纤毛柱状上皮,基膜下为疏松结缔组织固有膜及少许肌肉。

(2) 蛋白腺与蛋白腺腔 (albumen gland and albumen gland chamber) 蛋白腺呈长蚕豆形,包被于蛋白腺腔壁之外。该腺由皮质层(腺质层)和导管层构成(图版 I:6)。皮质层在外,较厚,主要由单层立方腺上皮围成的腺管构成,腺细胞内充满了圆球形分泌颗粒,颗粒外有发达的粗面内质网;导管层在内,由分泌腺管发出的导管构成,导管开口于蛋白腺腔壁上,导管壁为扁平上皮,管内有透明的皮质分泌物——蛋白液。经作者测定,蛋白液主要成分为蛋白质,另有少量糖蛋白(表 1)。蛋白腺可向蛋白腺腔内分泌蛋白液,参与卵袋形成。

蛋白腺腔(或称蛋白腺主导管)很宽大,壁由纤毛柱状上皮构成,其上有许多蛋白腺导管的开口。

7. 产卵器 (ovipositor) 为一尖圆锥状突起,长 3.9—6.5mm。产卵器前、后段的内部结构略有差异。前段最内层为纤毛柱状上皮,周围粘膜突入管腔,形成 21—23 个褶皱;后段上皮仍为纤毛柱状上皮,向外依次为基膜、很厚的腺质层、环肌、疏松结缔组织和表面的外套膜。腺质层结构与蛋白腺基本相同,分泌物经导管释放于产卵器腔内。后端腔内褶已明显减少,仅剩 11 个,其中最底部的两条褶形成精沟延伸入蛋白腺腔内。

讨 论

一、作者的观察与 Lupu 的研究不同之处

1. Lupu 认为卵细胞由卵巢经输卵管直接进入“子宫”内。但作者还发现了纳精囊、输卵管 II 和精沟。“子宫”实际上为蛋白腺腔。

2. 作者认为 Lupu 文中的精液管 (canal seminal) 可分为贮精囊、输精管和输精管外套段 I 三部分,而文中的输精管 (canal deferent) 应改称输精管外套段 II,这样更符合各段的结构和功能。

二、关于精子细胞团的报道很少。Roosen-Runge (1977) 记录了双壳类精细胞发育后期于生殖腺腔内形成的精子团 (sperm ball); 在前鳃类,除 Walker 和 Mac Gregor (1968) 记录了 *Nucella lapillus* 的成群精母细胞团外,有关精子细胞团未见任何报道。脉红螺雄性生殖细胞在发育后期脱离支持细胞,许多精子细胞一起形成精子细胞团。这些“团”游离于生精小管,输精小管及贮精囊内汲取营养,最后变态为精子。这是对“精子是在支持细胞上逐渐成熟的”传统理论的一个补充。

三、Adiyodi (1983) 论述了骨螺科精子结构。脉红螺精子结构与该科特点基本相符:具 1 个蛋体;‘9 + 2’轴丝被倒“U”形核包被;有丝状线粒体及 9 条粗纤维。

四、脉红螺蛋白质卵黄粒出现很重要,可作为区分成熟期的标志。蛋白质卵黄属于

结 果

脉红螺消化系统由吻、咽、食道、胃、肠、直肠、肛门、唾液腺、副唾液腺、勒布灵氏腺、肝和肛门腺十二个器官组成(图1)。现将消化系统分为消化管和消化腺两大部分分述如下:

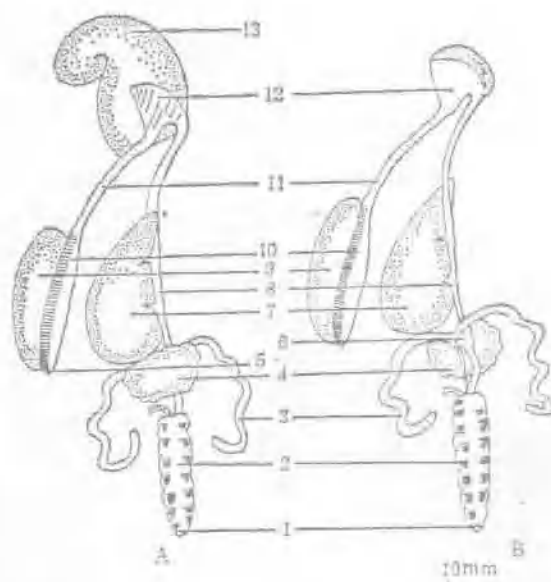


图1 脉红螺消化系统构造图

(The structural picture of digestive system of *R. venosa*)

A. 背面观 (dorsal view); B. 腹面观 (ventral view); 1. 口 (mouth); 2. 吻 (proboscis); 3. 副唾液腺 (accessory salivary gland); 4. 唾液腺 (salivary gland); 5. 肛门 (anus); 6. 盲囊 (crop); 7. 勒布灵氏腺 (Leiblein's gland); 8. 食道 (esophagus); 9. 肛门腺 (anal gland); 10. 直肠 (rectum); 11. 肠 (intestine); 12. 胃 (stomach); 13. 肝 (liver).

一、消化管

(一) 消化管的一般组织结构

整个消化管除吻、咽外,管腔的组织结构均可分为四层,由内向外依次为:粘膜层,粘膜下层,肌层和外膜(李太武 1987)。

1. 粘膜层 (mucous membrane): 只有粘膜上皮,为单层柱状纤毛上皮,由纤毛柱状细胞、杯状细胞构成。柱状细胞顶端纤毛长约 10μ 左右,细胞核圆形或椭圆形,位于细胞的中部或中下部;杯状细胞核位于细胞的基部,细胞内物质常被苏木精染成蓝色,一些部位可见有极薄的基膜存在。

2. 粘膜下胃 (submucosa): 由结缔组织和少量肌纤维构成。粘膜层向腔内凸出形成纵行皱褶时,粘膜下层也随着向腔内凸出。

3. 肌层 (lamina muscularis): 各段一般为内层环肌、外层纵肌,肌层厚度在食道具有变化,但均为平滑肌。

4. 外膜 (adventitia): 除喉嚨和胃的一部分为结缔组织外,各段均为纤维膜。

(二) 消化管各段的解剖和组织结构特点

1. 吻 (proboscis): 位于头部下方, 足的背面。平时吻的外壁返折使吻缩在体内, 摄食时伸出, 伸出后呈长圆管状 (图 2)。吻的最前端为口, 口有一背唇瓣和左右二个侧唇瓣, 三个唇瓣向后延伸, 通向扩大的口腔 (buccal cavity)。

口腔腹面后端有一突出的齿舌囊, 囊中有一条依附在左右裂齿软骨之间的齿舌带。齿舌带长约 30 mm, 宽约 1.5 mm, 带表面生有 140—160 列齿。齿式为 1·1·1。在扫描电镜下可见中央齿有三个锐利齿尖, 恰呈“山”字形排列; 侧齿具一个尖细的勾状齿尖 (图版 II:18)。口腔内无瓣片。

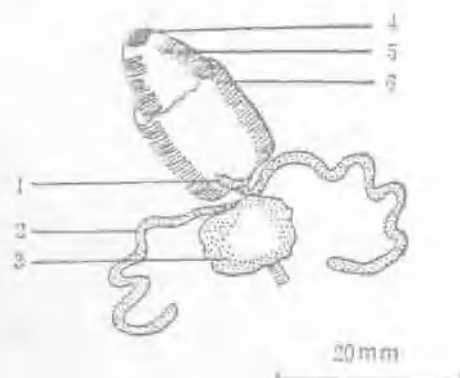


图 2 吻的构造 (The structure of proboscis)

1. 齿舌 (radular), 2. 副唾液腺 (accessory salivary gland), 3. 唾液腺 (salivary gland), 4. 口 (mouth), 5. 吻 (proboscis), 6. 吻部皮肤返折 (fold back the skin of proboscis).

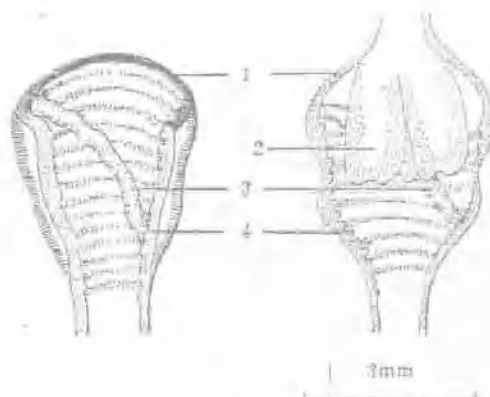


图 3 嗉囊的内部构造 (The structure of crop)

1. 嗉囊壁 (wall of crop), 2. 肌肉层 (muscular valve), 3. 瓣膜 (valvula), 4. 环状皱褶 (circular convolutes).

吻的外壁从外向内由四层结构组成 (图版 I:1)。第一层由大盂杯状细胞和柱状细胞组成。杯状细胞中物质可被苏木精染成深蓝色。第二层为结缔组织层; 第三层为肌肉层, 由内层的纵肌、中间的环肌和外层的纵肌组成, 内层纵肌与口球相连; 第四层的结构与第一层相同, 到唇瓣后与口腔上皮相接。吻壁最外面包有一层角质层。

口腔壁由上皮、结缔组织层和外面的肌层构成 (图版 I:2)。上皮为单层柱状上皮。柱状细胞高约 70 μ ; 柱状细胞之间还有许多杯状细胞, 胞内物质嗜碱性, 有些杯状细胞分泌物排出后呈空泡状, 上皮细胞层表面有一厚约 113 μ 的角质层; 结缔组织层很薄; 肌层主要由环肌组成, 有少量纵肌伸入到环肌束之间。

2. 咽 (pharynx): 为口腔与食道之间的短管, 侧面观呈漏斗状, 横切面呈“U”字形。其组织结构与口腔相似, 不同之处是环肌较口腔发达, 角质层消失。

3. 食道 (esophagus): 呈长圆管状, 其内壁有多条纵行皱褶, 根据形态结构可分为前、中、后食道三部分。

(1) 前食道 (pro-esophagus) 始于咽, 止于嗉囊的前端。在肌层的纵肌束间, 左右各有一条唾液腺导管与前食道并行 (图版 I:5, 图版 II:13), 向前直通口腔。

(2) 中食道 (mid-esophagus) 始于嗉囊, 而后穿过食道神经环, 止于勃雷氏氏腺导管

在食道上的开口处。根据其形态结构又可分为喉囊和喉囊后段二部分。

喉囊为食道的膨大,呈倒葫芦形。在喉囊内壁由前向后生出4个未完全分离的肌肉瓣,每个肌肉瓣略呈三角形;由腹壁向右侧壁斜向着生一瓣膜,瓣膜的左侧腹面在喉囊壁内陷形成一斜沟;内壁有多个突起的环形皱褶(图3)。

喉囊后段的管径变细,在内壁腹面有二纵列馒头状突起,二列突起中间为一沟,可利于勒布灵氏腺分泌物排入喉囊。从腹面观察喉囊后段管壁外表面,也可隐约见到这二列大突起,易被误认是勒布灵氏腺导管。

(3) 后食道 (post-esophagus) 始于勒布灵氏腺导管在食道开口处,止于胃。其管径明显变粗,管道外表面有网状的血管。

食道各段管壁的组织结构均由四层组成。不同处是:中食道喉囊处的柱状细胞极高约 200μ (图版 I:5), 喉囊后段的柱状细胞最低约为 50μ 左右 (图版 I:6), 前、后食道的柱状细胞高均在 70μ 左右 (图版 I:4, 7); 喉囊后段、后食道的粘膜下层较厚,在内壁纵行皱褶处有大量结缔组织进入皱褶中,并有少量纵肌束存在 (图版 I:6, 7), 而中食道喉囊处的粘膜下层极薄;前食道在环肌里面有一层较厚的纵肌层 (图版 I:3), 环肌层较厚约 150μ 左右, 喉囊纵肌层极薄,后食道的肌层主要为环肌层,在环肌束之间有纵肌束存在,而外层的纵肌只是一些较少的分散的纵肌束;喉囊外膜为浆膜,其它各段均为纤维膜,后食道纤维膜较厚,其中有大量血管存在。

用标准 Alcian 蓝法测定喉囊的杯状细胞,其分泌物和细胞内物质呈反应阳性,故为酸性粘多糖或酸性粘蛋白。

4. 胃 (stomach) 镶嵌在左、右肝叶之间,呈“U”字形。胃内壁有很多具分叶的皱褶。在食道和肠管之间的胃壁上可见左、右肝管通入胃中。胃可分为贲门部、胃体部和幽门部三部分,各部分组织结构相同,只是贲门部皱褶较高,而幽门部皱褶较低。

胃壁的组织结构特点为胃粘膜层的柱状细胞较高约为 150μ , 杯状细胞数目较少,且细胞内物质常染色较淡,上皮细胞顶端约 $\frac{1}{5}$ 可被伊红染成粉红色;环肌层较厚约 100μ (图版 I:8); 胃的外膜一部分为浆膜,而镶嵌在左、右肝叶间的部分为纤维膜。

5. 肠 (intestine): 由胃发出后从左肝叶顶端穿过,沿肾前行,止于直肠。肠内壁纵行皱褶较高,但数量少。

肠的粘膜上皮层柱状细胞较矮,杯状细胞较多。肌层为内环肌外纵肌 (图版 I:10)。

6. 直肠 (rectum): 在雄性,位于前列腺左侧;在雌性,位于蛋白腺左侧。呈圆管状,管径明显变粗。内部纵行皱褶较高。

直肠的组织结构特点为柱状细胞较高;可达 100μ , 顶端纤毛较长约 12.5μ 左右,杯状细胞染色较淡;外膜结缔组织较厚 (图版 II:11)。

7. 肛门 (anus): 直肠达外套膜右侧边缘附近向外套腔突出一短管,肛门即开口于短管末端,其组织结构与直肠相同。

二、消化腺

1. 唾液腺 (salivary gland): 位于喉囊背面,共一对,黄白色或乳白色,形状下凹,由结缔组织把二者连系在一起。每侧各有一条由多个分泌管逐级汇集而成的唾液腺导管在

前食道纵肌束层中与前食道并行向前(图版 1:3, II:13), 开口于口腔底部。每腺体分叶, 一般为 18—20 个小叶不定。每叶外均包有结缔组织膜。唾液腺为复管状腺, 根据 Francesco Minniti (1980) 和 Shikui Wu (1965) 对唾液腺细胞的区分方法, 可将唾液腺细胞分为分泌细胞和粘液细胞(图版 II:12)。

分泌细胞: 呈三角形、长柱形或立方形。细胞质中含有大量嗜伊红的球形颗粒, 细胞质也被伊红染成红色。细胞核圆形或卵圆形, 位于细胞的基部。

粘液细胞: 呈三角形或椭圆形, 细胞质着色较淡, 其中含有一些染色较淡的颗粒。胞核圆形, 位于细胞的基部。

电镜下观察分泌细胞, 可见大量有包膜的蛋白颗粒, 颗粒之间有粗面内质网(图版 II:17)。

电泳分析和组化测定结果(表 1)表明: 唾液腺为一分泌消化酶和酸性粘液的腺体。

表 1 脉红螺消化腺的组织化学分析
(Histochemistry on Salivary gland, Leiblein's gland, and liver of *R. venosa*.)

		蛋白酶 (Proteinase)	酯酶 (Esterase)	淀粉酶 (Amylase)	PAS	阿新蓝 (Alcian-blue)
唾液腺 (Salivary gland)	分泌细胞 (Secretory cell)	++	+	—**	—	—
	粘液细胞 (Mucoid cell)	—	—	—	—	+
勒布氏腺 (Leiblein's gland)	颗粒细胞 (Granular cell)	+	+	—		
	粘液细胞 (Mucoid cell)	—	—	—	—	+
	柱状细胞 (Columnar cell)	—	—	—		—
肝脏 (Liver)	分泌细胞 (Secretory cell)	+	+	+	+	—
	腺细胞 (Glandular cell)	+	+	+	+	—
	柱状细胞 (Columnar cell)	+	+	—	+	—

*+: 反应阳性, **—: 反应阴性

唾液腺导管的组织结内由腔面的纤毛立方上皮和外层包围的环肌组成, 二层之间有一层极薄的结缔组织(图版 II:13)。

2. 副唾液腺 (accessory salivary gland): 位于腺囊背面, 为直径约 1.8 mm 的管状腺体, 左右各一支, 每支长约 50—80 mm, 每支由结缔组织与同侧的唾液腺连系在一起。左、右副唾液腺管在腺囊腹面汇合后, 合并成一较细的副唾液腺导管, 前行通到左、右唇瓣交界处。

副唾液腺的组织结构从里向外可分为四层: 上皮层、肌层、腺细胞层 (Shikui Wu, 1965)、被膜 (Michael, 1983)。上皮层由低柱状细胞组成, 细胞界线不清, 无纤毛, 该位

于细胞基部。肌层由环肌组成,环肌呈波纹状,厚可达 238μ 。腺细胞层的细胞形状不规则,细胞核圆形或卵圆形,位于细胞的中央。外被膜为浆膜(图版 II:14)。

副唾液腺导管较细,内层为纤毛柱状上皮,纤毛长约 15μ 。外层为较薄的环肌层。肌层外包有一层极薄的浆膜。

3. 勒布灵氏腺 (Leiblein's gland): 位于嗦囊后侧,紫色或黄绿色,呈圆锥形,为大型食道腺,长约 32 mm , 宽约 18 mm 。可分为前、中、后三叶。勒布灵氏腺导管从前叶伸出。中叶较小,前主动脉从中叶下穿行。

勒布灵氏腺为复管泡状腺。腺上皮由柱状细胞、颗粒细胞和粘液细胞组成 (Shikui Wu, 1965)。柱状细胞高约 37.5μ , 细胞质易被伊红着色,细胞核为椭圆形,位于细胞的中、下部;颗粒细胞呈高柱状,细胞中常见有红色棒状物(分泌物的前身),细胞顶端有分泌颗粒,细胞核圆形,位于细胞的中、下部,腺腔中可见由颗粒细胞分泌的直径约 6μ 的球形分泌颗粒;粘液细胞杯状,细胞中有大小不等的嫌色颗粒,细胞核圆形,位于细胞的基部(图版 II:15)。

用组化方法测定勒布灵氏腺细胞中蛋白酶、酯酶、淀粉酶时,柱状细胞三种酶部为反应阴性;颗粒细胞蛋白酶、酯酶反应阳性,淀粉酶反应阴性;粘液细胞三种酶反应均为阴性,只有 Alcian 蓝反应阳性(表 I)。组化结果表明勒布灵氏腺是一分泌消化酶和酸性粘多糖的腺体。

4. 肝 (liver) 黄色或褐色,分左右两叶,左叶小,右叶大。右肝叶有生殖腺附着其上,并共同覆盖一层浆膜。左右叶各有一肝管分别通入胃腔中。

肝脏为复管泡状腺,腺上皮由腺细胞、分泌细胞、柱状细胞组成 (Shikui Wu, 1965; Lutfy, 1967; Reader., 1976)。腺细胞呈三角形或柱状,细胞染色较深,细胞中含有嗜酸性物质,细胞表面具长约 7.5μ 的纤毛,细胞核椭圆形,位于细胞中部或中下部;分泌细胞较大,呈长柱状或三角形,细胞染色较淡,细胞核圆形或卵圆形,位于细胞的基部,细胞质中含有大量分泌颗粒;柱状细胞细长,有时呈梭形,细胞核呈长椭圆形,位于细胞的中央(图版 II:16)。

肝管的组织结构与胃壁基本相同,内为单层纤毛柱状上皮,外包肌肉和结缔组织。

组化结果表明(表 1),肝脏为一分泌多种酶类的大型消化腺。

5. 肛门腺 (anal gland): 外形呈长带状,紫色,长约 34 mm , 宽约 8 mm , 紧贴直肠,镶嵌在直肠右侧的外套膜结缔组织层中,其末端开口于近肛门处的直肠内。肛门腺腺上皮细胞为单层立方状,核圆形,位于细胞基部(图版 I:9)。

讨 论

1. Lupa (1977) 认为脉红螺有吻鞘存在。经作者观察未发现此结构。吻的缩入是由于吻部皮肤向内折叠, Lupa 所指的吻鞘是否吻部皮肤的折叠尚需作进一步探讨。

2. Lutfy 和 Demian (1967) 在研究 *Marisa cornuarietis* 的消化管时指出,其消化管中存在一种特殊类型单细胞粘液腺。作者认为这种细胞与脉红螺口腔、嗦囊杯状细胞粘液排出后的情况相似,可能系不同分泌阶段的杯状细胞。

3. Carriker 和 Bilstad (1946) 指出腹足类的唾液腺仅由分泌细胞组成,其它细胞均

为分泌细胞的不同功能阶段。据作者对脉红螺唾液腺的组化分析表明: 两种细胞分泌物不同, 故证明腹足类的唾液腺不仅仅只由分泌细胞构成。

4. 据观察本种副唾液腺组织结构与 Shikui Wu (1965) 在研究 *Drapa ricina* 和 *Morula granulata* 时, Michael (1983) 在研究 *Conus flavidus* 和 *Conus vexillum* 时所描述的副唾液腺的结构基本相同, 但未见腺细胞产生导管把分泌物排入腺腔中的现象。副唾液腺的功能是否只是起到润滑作用 (Shikui Wu, 1965)? 还有待于进一步研究。

5. 组化分析结果表明, 脉红螺唾液腺、勒希灵氏腺均能产生消化酶, 因此, 可以断定在食物还未到达胃之前, 消化作用已经开始。

6. 关于肛门腺的功能, 国内外学者意见不一, 大多认为起到润滑作用, 但 Fretter (1946) 认为肛门腺可以吸收和排泄血液中的废物。究竟肛门腺的功能如何, 还有待于进一步研究。

参 考 文 献

- 李太武 1987 马氏巴蜗牛消化系统的组织学研究。动物学报 33 (3): 193—194。
 桑美国 1959 橘云玛瑙螺的形态研究。动物学报 11 (3): 353—367。
 蔡英亚等 1979 《贝类学概论》上海科学技术出版社。
 Amaudrut, A. 1898 La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques Gastropodes. *Ann. Soc. Vet. Zool.* 7: 239. Paris.
 Carriker, M. R. and N. M. Bilstad 1946 Histology of the alimentary system of the snail *Lymnaea stagnalis appressa* Say. *Trans. Amer. microsc. Soc.* 65(3): 250—275.
 Fretter, V. 1946 The pedal sucker and anal gland of some British Stenoglossa. *Proc. Malac. Soc. London.* 27: 126—130.
 Lupo, D. 1977 Contributions à l'étude de l'anatomie chez *Rapana Thomasiana crosse* 1861 (Gastropoda Muricidae, Rapaninae) de la mer noire. *Trav. Mus. Hist. Nat. Gr. Antipa* 18: 57—65.
 Luffy, R. G. and S. E. Demian 1967 Histology of the alimentary system of *Marisa cornuarietis* (Meso-Gastropoda Ampullariidae). *Malacologia* 3(3): 375—422.
 Michael, C. S. 1983 A correlated light and electron microscopic study of the structure and secretory activity of the accessory salivary gland of the marine Gastropoda, *Conus flavidus* and *C. vexillum* (Neogastropoda, Conacea) *J. Morphology* 173: 99—111.
 Mianiti, F. and M. B. Ricca 1980 Histology characteristics of cell types in the salivary glands of two mollusc Gastropoda species: *Cyclope neritica* (Lamarck) and *Amycolina linei* (Marzignia). *Riv. Biol. Norm. Petol. (Italy)* 6(1): 1—20.
 Reader, T. A. J. 1976 Studies on the ultrastructure histochemistry and cytochemistry of the uninfected digestive gland of *Bithynia tentaculata* (Mollusca: Gastropoda) and on the ultrastructure of this host organ in snail infected with larval digenaeans. *Z. Parasitenk* 50: 11—30.
 Shikui, Wu 1965 Comparative functional studies of the digestive system of the Muricid Gastropoda *Drapa ricina* and *Morula granulata*. *Malacologia* 3(2): 211—233.