

中国对虾中肠的确切位置*

宋裕昌 童保福 娄康后

(中国科学院海洋研究所)

自十九世纪以来,对十足类甲壳动物 (Decapod Crustacea) 消化系统 (包括消化管及其腺体) 的研究,已有大量报道。在形态学方面,以解剖学的报道为主,组织学的资料极少;并且注意力主要集中于具重要消化功能的肝胰,对消化管,特别中肠的报道不多^[7,8,10,11,13,16,17,20]。现有资料大部分收集于专著 *The Biology of Crustacea* 第五卷^[9,12]。

人们通常认为十足目 (Decapoda) 的消化管由前、中、后肠三部分组成,前肠和后肠起源于外胚层,且具几丁质,中肠由内胚层发生,无几丁质^[12]。但是对中、后肠的划分却存在着混乱:有些学者把螯虾类的短中肠误作整个十足目都具有的特征来论述,例如 Talbot 等 (1972) 认为甲壳纲十足目的中肠是典型的短中肠^[19]。虽然早在 1909 年,Claman 已提出甲壳纲中肠的范围是明显可变的^[21],但是直到 Smith^[18] 之后,关于十足目中肠随种的不同而异的说法,才被接受^[12]。

中国对虾 (*Penaeus orientalis* Kishinouye) 是我国黄、渤海重要经济虾类,有关内容已编入高校生物学教材^[1,2]。近几年来,对虾人工养殖发展很快,合理的配合饵料是当前人工养殖的重要研究课题。在研究对虾消化与饵料的关系时,深入研究消化系统已成为当前一项重要工作。我们用组织学方法比较对虾消化管的中、后段,发现事实与岡正雄^[6]及国内有关著作^[4,5]中所述的“中肠很短、后肠很长”颇不一致。本文是我们的研究结果。

一、材料与方法

材料取自产卵期的成体虾,按照解剖学位置^[1],分段进行固定,具体位置及顺序如下:

A 段: 由肝胰包围的、从幽门胃以后的消化管; B 段: 未被肝胰包围,且管径较小的消化管,肠腔内侧瓣和背瓣在此段终止; C 段: 后肠腺以前的消化管; D 段: 第六腹节的壶形直肠,具六行纵行肛门垫; E 段: 直肠和后肠腺及它们以前的消化管。

固定剂为 Bouin 氏海水溶液、Zenker 氏液、Helly 氏液以及 10% 中性甲醛;石蜡切片, H-E 和 Mallory 以及改良 Mallory 胶原染色^[14], 在中肠和后肠交界处 (即 E 段) 作连续切片,用光学显微镜观察;部分标本在固定以后作了长度测量。几丁质的染色性质按 Young 的报告^[21]。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1139 号。收稿日期: 1984 年 12 月 15 日。

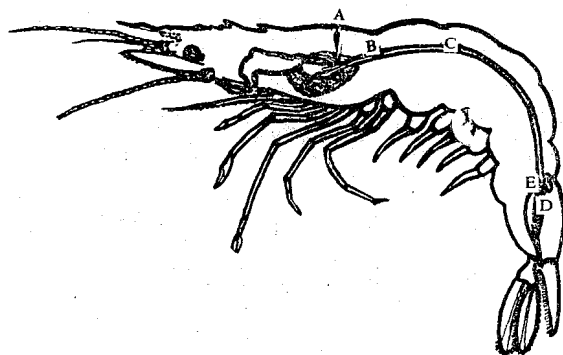


图1 对虾中、后段消化管解剖位置示意图

二、结 果

按照前肠和后肠具几丁质衬里,而中肠无几丁质的划分法,对虾中肠起自幽门胃末、背腺的会合处^[6],结束于直肠与后肠腺的交界处,即本实验的 A, B, C 段,测得其长度为整个对虾消化管长度的 60% 以上;从直肠到肛门为后肠,它只占消化管总长的 15% 左右。

其组织切片的观察结果为:

A 段(图版 I:1, 参考图版 II:5) 肠管为柱状上皮,具纹状缘,核在中部或近基部,有明显核仁 1—2 个。细胞质的染色可分为深染和浅染二种,有的细胞具大液泡,在肠腔可见其分泌的粘液。上皮细胞之间近基膜处有基细胞(图版 II:5),它的体积较小,细胞扁平,核近基部,呈圆形。基膜下结缔组织内含网状细胞内含物,用改良 Mallory 胶原染色法显橙黄色^[4];血窦丰富,环肌为一薄层;外有一层较厚的结缔组织,间有大量纵肌纤维束和变形细胞及众多的血窦,有的在血窦内还可见类似的变形细胞;消化管外膜分两层:内层是波纹形的胶原纤维层,夹有少量血窦,外层为浆膜。

在消化管的腔内,有从幽门胃延伸的背瓣和两侧瓣, Mallory 结缔组织染色表明红色的外层是上角质层,蓝色的内层是前角质层(通常称几丁质层 ch)。侧瓣和背瓣均有相似的内、外层。侧瓣中间有一舌状体:外为柱状上皮,内为疏松结缔组织,间有大血窦;背瓣内为胶质颗粒。此外,在肠腔内可见围食膜及食物团块。

B 段(图版 I:2, II:5) 组织类似 A 段,但有微血管紧贴于上皮细胞下(图版 II:6)。

C 段(图版 I:3) 组织类似 A 与 B 段,但绒毛的褶曲更深,肠腔内显著见围食膜及食物团块。

D 段(图版 I:4, II:7, 8) 直肠上皮细胞有较前肠更薄的上角质层和前角质层,但越往后至肛门越厚。上皮细胞柱状,排列紧密,较小;基膜下结缔组织内有纵肌纤维束,在肛门垫尤为发达,环肌厚度和中肠相似,但其外层结缔组织较中肠薄,纵肌纤维成团、粗大,有少量血窦,其外膜也比中肠薄。

肛门垫的上皮细胞和几丁质往往内陷形成缺刻的直肠瓣,基膜下结缔组织内具两类

细胞：海绵细胞，细胞体积大，胞质透明，核小；直肠腺细胞，直肠腺为囊状腺，腺细胞立方形，中间有腺导管；两类细胞通常被网状纤维分隔，有的纤维可穿过上皮细胞达几丁质层。

E段(图版 I:4) 由三部分组成，分界清楚：C段消化管与后肠腺 HG 的组织相类似，唯后肠腺绒毛数量更多，而结缔组织内的纵肌纤维束却减少了；C段与直肠的差别在于具有显著的肠绒毛而没有几丁质层，但直肠的肛门垫上却有几丁质层。

三、讨 论

关于甲壳动物十足目消化管组织学的研究，已有 Yonge (对海螯虾)^[20]，Barker 等(对螯龙虾)^[7]，Iglesias 等(对龙虾)^[10]，Paterson (对龙虾)^[13]，Pike (对铠甲虾)^[15]的报道；Johnson 在蓝蟹 *Callinectes sapidus* 的组织学专著^[11]中，更详细地研究了消化管的组织学。在虾类方面，Pillai 对米虾 *Caridina laevis*^[16]，Dall 对新对虾 *Metapenaeus bennettiae*^[8]，Rigdon 对褐对虾 *Penaeus aztecus* 作了组织学观察^[17]；Talbot 等则进一步做了褐对虾 *Penaeus aztecus* 幼体的中肠上皮的电镜观察^[19]。其实，Young 早已明确提出区分前、中、后肠的标准是有无几丁质^[22]，并且已为许多学者所接受^[12]。根据我们对中国对虾 A、B、C 段的观察，它们都有纹状缘、疏松结缔组织的丰富血窦和变形细胞，上皮细胞衬里都无几丁质，都有某些细胞分泌粘液到肠腔，说明它们具有中肠“吸收和分泌”生理功能的形态特征，这和上述作者对中肠组织学特征的描述均相一致。但是 Pillai 在米虾 *Caridina laevis* 的中肠上皮上看到三段深浅不同的染色区，在中国对虾中则没有看到，只看到中肠上皮细胞质染深和染浅的“暗细胞”和“亮细胞”，它们分散排列于上皮细胞之中，类似 Talbot 等在 *Penaeus aztecus* 上区分的“亮细胞”和“暗细胞”；和 Dall 一样^[8]，我们也没有观察到象在米虾 *Caridina laevis* 肠腔中存在的“蠕形体”(vermiform bodies)。

岡正雄^[6]提到中国对虾幽门胃的背瓣和侧瓣终止于中肠的末端附近，由此解剖位置可知岡正雄所指的中肠即是本实验的 A 和 B 段。我国有关对虾的著作^[4,5]和高等学校教科书^[1,2]均错误地认为对虾中肠很短、后肠很长，中肠是由肝胰包围的那部分消化管(即本实验的 A 段)，它以后部分(即 B 和 C 段)属后肠范围，这种论述显然缺乏组织学依据。因为 A、B、C 三段的组织的区别，仅在于背瓣与侧瓣的有无和解剖位置的前后(而背、侧瓣又系幽门胃的衍生物)；中肠的两端(背腺和后肠腺)也只是绒毛数量与肌束的多寡的差别，它们没有几丁质衬里，因而都属中肠范围。本实验测得中肠长度为整个消化管全长的 60% 以上，说明中肠不是很短、而是很长。后肠从直肠开始，具几丁质，且有发达的肌肉和直肠腺，表明它具有润滑肠管，便于粪便的排泄，其长度仅占整个消化管的 15% 左右。

Young 指出^[22]：早在 1909 年，Claman 已提出甲壳纲中肠的范围明显地是多变的。Smith 根据他对六种短尾类、三种歪尾类和一种长尾类及一种小虾的解剖，认为甲壳纲十足目的中肠随种的不同而异，他认为 Cuenot (1893) 早期关于河虾 *Astacus* 中肠很短的报道，可能导致了后人认为“十足目的许多种有很短中肠”的错误^[18]。Talbot 等^[19]就是其中之一，他的论文第一句话就是：十足目中肠典型地是短中肠……。江静波等认为日本沼虾 *Macrobrachium nipponense* 连结幽门胃后是一段很短的中肠^[3]。Johnson (1980) 指出，大多数错误的资料基于解剖学而不是组织学的观察结果。中国对虾中肠前端被肝胰

包围,且有导管相通,这在解剖位置上不同于中肠的中、后段,加之受前人的影响,所以被误认为中国对虾中肠很短、后肠很长。

Dall 等认为中肠前段具有分泌围食膜的功能,而中肠虽有吸收功能,但对水和电解质的调节更为重要^[9]。鉴于对中国对虾中肠在消化管的位置和长度的新认识,有必要进一步了解对虾中肠在消化过程中所起的作用。

四、小 结

1. 中国对虾中肠始于幽门胃末、背腺的会合处,结束于第六腹节前端直肠与后肠腺的交界处,长度占整个消化管的 60% 以上。

2. 过去错误认为对虾中肠很短、后肠很长,究其原因单凭解剖学的资料而缺乏组织学的观察和分析,所以必须加以订正。

参 考 文 献

- [1] 尹左芬, 1961. 无脊椎动物学. 农业出版社, 228—240 页。
- [2] 武汉大学、南京大学、北京师范大学, 1978. 普通动物学. 人民教育出版社, 183—200 页。
- [3] 江静波等, 1982. 无脊椎动物学. 高等教育出版社, 256 页。
- [4] 厦门水产学院养殖系虾蟹组, 1978. 对虾. 农业出版社, 13—15 页。
- [5] 黄海水产研究所养殖研究室对虾组, 1979. 人工养殖对虾. 科学出版社, 7—8 页。
- [6] 岡正雄, 1967. コウライエビ *Penaeus orientalis* Kishinouye の研究 VII. 胃の構造と機能にフじて. 長崎大学水産学部研究報告 24: 21—37。
- [7] Barker, P. L. et al., 1977. Observations on the feeding mechanism, structure of the gut, and digestive physiology of the European lobster *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *J. Exp. Mar. Ecol.* 26: 297—324.
- [8] Dall, W., 1967. The functional anatomy of the digestive tract of a shrimp, *Metapenaeus bennettiae* Racek and Dall. *Austr. J. Zool.* 15: 699—714.
- [9] Dall, W. et al., 1982. Functional aspects nutrition and digestion. In: *The Biology of Crustacea*. Vol. V. (Ed. by Mantel, L. H.) New York, Academic Press, pp. 215—251.
- [10] Iglesias, E. D. et al., 1971. Morfologia del tracto digestivo de la langosta *Panulirus argus* Latreill (Crustacea: Decapoda: Reptantia). *Rev. CENIC. Cienc. Fis.* 3: 1—2.
- [11] Johnson, P. T., 1980. Histology of the Blue Crab, *Callinectes sapidus* II. The gut. New York, Praeger, pp. 149—274.
- [12] McLanghlin, P. A., 1982. Internal anatomy IV. Digestive system. In: *The Biology of Crustacea*. Vol. V. (Ed. by Mantel, L. H.) New York, Academic Press, pp. 26—34.
- [13] Paterson, N. F., 1968. The anatomy of the cape rock lobster *Jasus lalandii* (H. Milne-Edwards). *Ann. S. Afr. Mus.* 51: 1—232.
- [14] Pauley, G. B., 1967. A modification of Mallory's aniline blue collagen stain for Oyster tissue. *J. Invertebr Pathol.* 9: 268—69.
- [15] Pike, R. B., 1947. Galathea. *Liverpool Mar. Biol. Comm. Mem.* Vol. 34. 179pp.
- [16] Pillai, R. S., 1960. Studies on the shrimp, *Caridina laevis* (Heller) 1. The digestive system. *J. Mar. Biol. Ass. India.* 2(1): 57—74.
- [17] Rigdon, R. H. et al., 1976. Gastrointestinal tract of *Penaeus aztecus* IVES, 1891 (Decapoda, Natantia), A histologic study. *Crustaceana.* 30(2): 164—168.
- [18] Smith, R. I., 1978. The midgut caeca and the limits of the hindgut of Brachyura: a clarification. *Crustaceana.* 35: 195—205.
- [19] Talbrot, P. et al., 1972. Fine structure of the midgut epithelium in the developing brown shrimp, *Penaeus aztecus*. *J. Morphol.* 138: 467—485.
- [20] Yonge, C. M., 1924. Studies on the comparative physiology of digestion. II. The mechanism of feeding, digestion and assimilation in *Nephrops norvegicus*. *Br. J. Exp. Biol.* 1: 343—389.

- [21] Yonge, C. M., 1932. On the nature and permeability of chitin. I. The chitin lining the foregut of Decapod Crustacea and the function of the tegumental glands. *Proc. Roy. Soc., B.* 111: 298—329.
- [22] Young, J. H., 1959. Morphology of the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1758). *Fish Bull. U. S.* 59: 1—168.

THE DEFINITE POSITION OF THE MIDGUT IN *PENAEUS ORIENTALIS* KISHINOUE*

Song Yuchang, Tong Baofu and Lou Kanghou

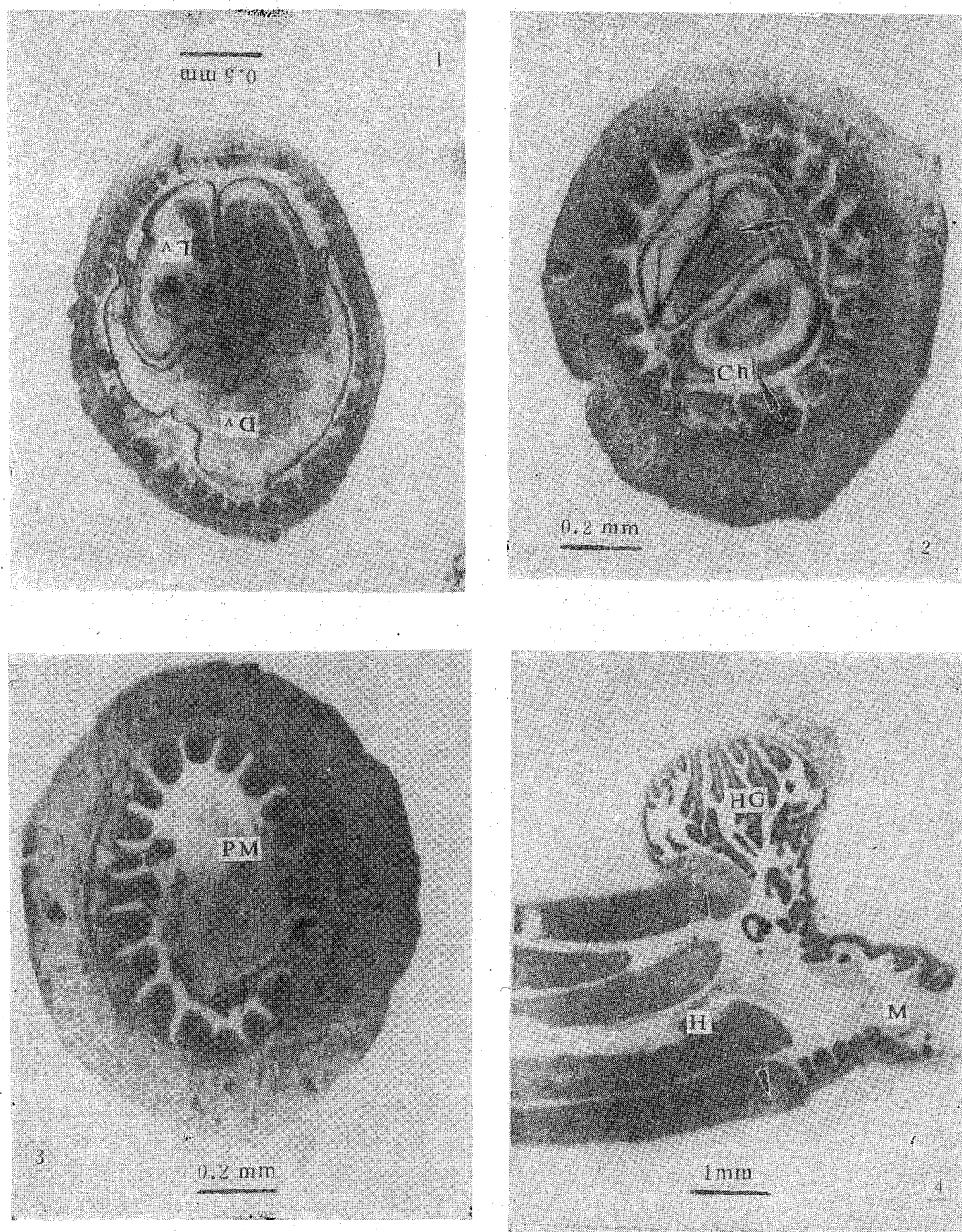
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The middle and posterior regions of digestive tract of the *Penaeus orientalis* were studied histologically. The observation shows that the prawn's midgut starts on the junction of the pyloric stomach's end and its dosal gland, and extends to the rectum and hindgut gland at the distal part of the sixth abdominal segment.

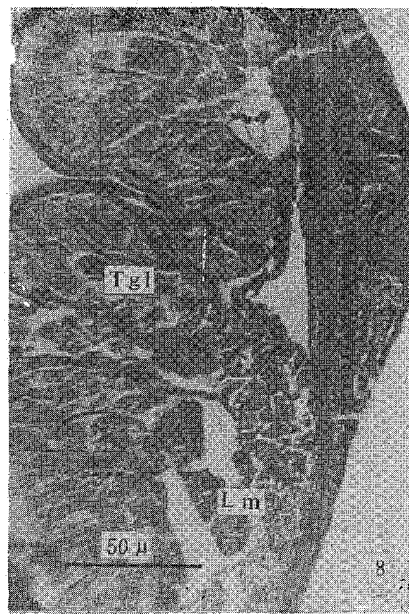
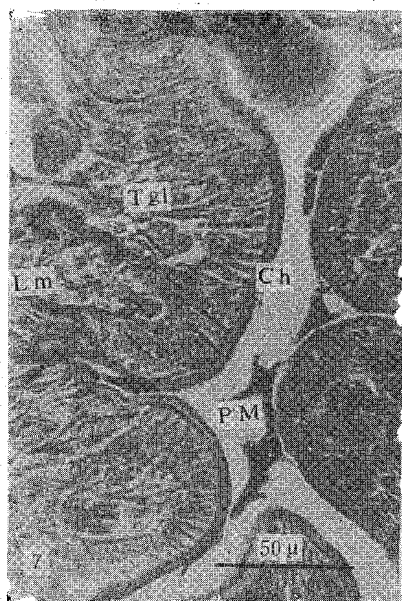
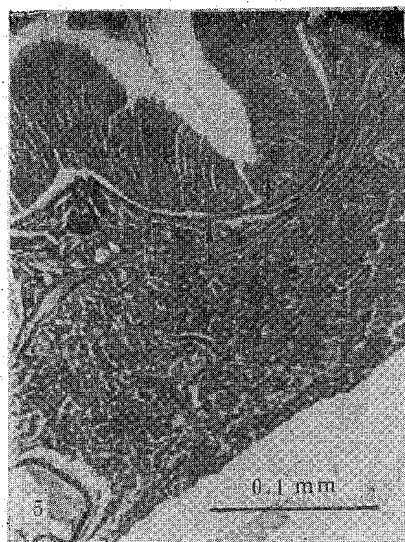
The midgut accounts for more than 60% in length of the total alimentary tract. The present authors pointed out that the mistaken idea of the short midgut and the longest hindgut in *Penaeus orientalis* ought to be corrected.

* Contribution No. 1139 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



1. 对虾中肠前段 (A) 的横切面；2. 对虾中肠中段 (B) 的横切面，在背瓣 Dv 和侧瓣 Lv 外侧有红色的上角质层和蓝色的前角质层内层 (通常称几丁质层 Ch, 用箭头示之)；3. 对虾中肠后段 (C) 的横切面，在围食膜 PM 内，有未消化食物团块；比较图 1—3，肠壁组织结构相同；4. 对虾中、后肠的连结部 (E) 的纵切面，M: 中肠，HG: 后肠腺，H: 后肠，三角形为直肠肛门垫的海绵细胞区，其染色浅。

图 1—3 为改良 Mallory 胶原染色法染色，图 4 为 H-E 染色。



5. 对虾中肠中段(B)肠壁的横切面,左上角可见肠上皮分泌的粘液,箭头指夹在上皮细胞间的基细胞,环肌外结缔组织内有许多纵肌纤维束和血窦,浆膜(下端)已脱开肠壁;6.对虾中肠中段(B)肠壁横切面,上皮在制片过程中与基膜分离,有一微血管紧贴在上皮细胞下;7.对虾直肠肠腔的横切面,几丁质层 Ch 明显;8.对虾直肠肠壁的横切面,纵肌 Lm 突入到肠内层结缔组织,有丰富的直肠腺 Tgl。

图5,7,8用 Mallory 染色法,图6为 H-E 染色。