

## 中华绒螯蟹幼体消化系统发育的研究

堵南山 陈炳良 赖伟

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

**摘要** 于1986, 1987两年的3—6月, 在浙江平湖水产试验场等地采集中华绒螯蟹五期蚤状幼体和一期大眼幼体, 对其消化系统发育的研究表明: 各期幼体消化道平均全长分别为0.912mm, 1.332mm, 1.628mm, 1.998mm, 2.331mm和2.664mm; 胃在Z<sub>1</sub>中呈椭圆形, 到Z<sub>2</sub>方才明显分化成贲门胃和幽门胃两部分; 至于贲门胃内的研磨结构和幽门胃内的滤器则要到大眼幼体才完全形成; 在各期幼体中, 中肠均是消化道最发达的部分, 肠壁细胞呈圆柱状; 肝胰管和中肠前盲囊在Z<sub>1</sub>中出现, 而中肠后盲囊却要到Z<sub>2</sub>方才形成。

**关键词** 中华绒螯蟹 幼体消化系统 形态发育

对甲壳动物尤其是经济甲壳动物的消化系统形态学和生理学两方面的研究, 在国内外已引起了极大的兴趣; 但至今尚未涉及中华绒螯蟹的幼体。本文对这种幼体消化系统的发育、形态发生以及组织学结构等进行了研究, 并结合饵料的消化与吸收作了一些探讨, 可望为人工育苗提供理论依据。

### 一、材料与方 法

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 有两个不同的幼体发育阶段, 即蚤状幼体与大眼幼体, 前者共五期, 分别以 Z<sub>1</sub>—Z<sub>5</sub> 标记; 后者仅一期, 以 M 标记。各期蚤状幼体可根据第二颚足外肢末端羽状刚毛的数目来鉴定<sup>[1,2]</sup>, Z<sub>1</sub>—Z<sub>5</sub> 分别为 4 根、6 根、8 根、10 根和 12 根。所用各期幼体于 1986 和 1987 两年中的 3—6 月采自浙江平湖水产试验场和本校培养池, 用 5—7% 福尔马林液固定, 然后置 Wild Mps-51 双筒镜下解剖, 取出完整的消化系统, 经过观察与测量, 最后绘图。

用来作组织学研究的各期幼体, 则以 Bouin's 液固定, 常规石蜡连续切片, 厚度为 7 μm; 用 Ehrlich's 苏木精和 1% 伊红酒精溶液染色, Olympus BH-2 和 Leitz Orthoplan 显微镜观察并拍照。

### 二、结 果

幼体消化系统由消化道和消化腺两部分组成。消化道可分前肠、中肠和后肠三部分 (图 1)。各期幼体及其消化系统各部分的长度测量结果见表 1。从 Z<sub>2</sub> 开始, 消化道的生长率各期分别为 46.05%, 22.22%, 22.72%, 16.66% 和 14.28%。在 Z<sub>1</sub> 中, 前肠已明显分化为食道和胃两部分, 食道短小, 胃大, 呈椭圆形 (图 1a); Z<sub>2</sub> 的胃略显凹陷 (图 1b); 从 Z<sub>3</sub>

开始,胃明显分化为贲门胃与幽门胃两部分(图 1c,d)。各期幼体的中肠都是消化道最发达的部分(表 1),均超过消化道全长的一半。

表 1 各期幼体消化系统的平均长度 (mm)

Tab. 1 The average length of larval digestive system in *Eriocheir sinensis*

| 幼体             | 体长    | 消化道全长 | 前肠    | 中肠    | 后肠    | 肝胰管   | 后盲囊   | 中肠占全长之百分比 | 肝胰管占全长之百分比 | 后盲囊占全长之百分比 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|------------|
| Z <sub>1</sub> | 1.514 | 0.912 | 0.150 | 0.518 | 0.244 | 0.070 |       | 56.7      | 7.6        |            |
| Z <sub>2</sub> | 1.972 | 1.332 | 0.185 | 0.740 | 0.407 | 0.090 | 0.118 | 55.5      | 6.7        | 8.8        |
| Z <sub>3</sub> | 2.551 | 1.628 | 0.210 | 0.900 | 0.518 | 0.140 | 0.185 | 55.2      | 8.5        | 11.3       |
| Z <sub>4</sub> | 3.383 | 1.998 | 0.222 | 1.036 | 0.740 | 0.240 | 0.222 | 51.8      | 12.0       | 11.1       |
| Z <sub>5</sub> | 4.423 | 2.331 | 0.259 | 1.258 | 0.814 | 0.318 | 0.370 | 53.9      | 13.6       | 15.8       |
| 4.640          | 2.664 | 0.370 | 1.406 | 0.888 | 0.418 | 0.700 | 52.7  | 15.6      | 26.2       |            |

幼体的消化腺都是中肠的突出物,因此也称中肠腺,包括肝胰管、前盲囊和后盲囊。肝胰管共两条,自胃与中肠连接处的背侧发出;两个前盲囊位于胃与中肠连接处的腹侧,有短管与中肠相连。中肠前端的这些突出物在 Z<sub>1</sub> 中都已出现。后盲囊仅一个,由中肠与后肠间的腹侧发出,向前延伸。中肠后端的这一突出物,在 Z<sub>1</sub> 中仅为中、后肠交界处的四圈紧密相依的颗粒状小突起而已,从 Z<sub>2</sub> 开始,明显增长(图 1)。

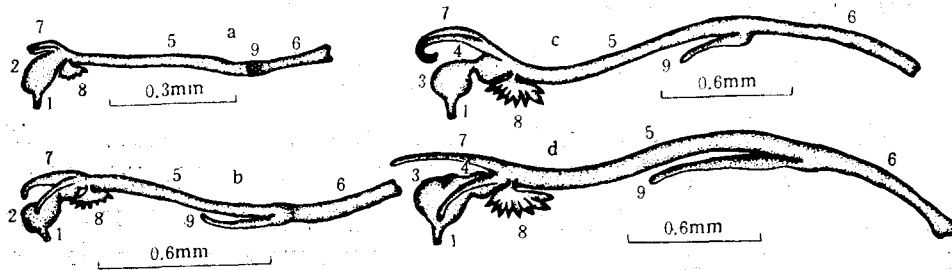


图 1 中华绒螯蟹幼体消化系统的发育

Fig. 1 Line drawings of the first, the second, the fifth zoea-stage and megalopa of *Eriocheir sinensis* indicating the position and orientation of larval digestive system

a. Z<sub>1</sub>; b. Z<sub>2</sub>; c. Z<sub>3</sub>; d. M (Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> 除长度外,形状完全与 Z<sub>3</sub> 相同,从略)。1.食道; 2.胃; 3.贲门胃; 4.幽门胃; 5.中肠; 6.后肠; 7.肝胰管; 8.前盲囊; 9.后盲囊。

幼体的消化道壁薄,由一层上皮细胞构成。在各期幼体中,食道变化不大;胃的变化却引人注目。在 Z<sub>1</sub> 和 Z<sub>2</sub> 中,胃尚未分化成贲门胃和幽门胃两部分;Z<sub>1</sub> 的整个胃腔呈椭圆形,比较宽大,但与中肠交界处,却显得较为狭隘(图版 I:1)。在 Z<sub>2</sub> 中,胃腔内已出现角质突起。到 Z<sub>3</sub> 胃内突起增多,同时胃完全分化成贲门胃与幽门胃两部分,前者左右各侧出现 3 枚侧齿(图版 I:2)。在 Z<sub>4</sub> 中侧齿增加为 4 枚;到 Z<sub>5</sub> 再增至 5—6 枚(图版 I:3);且幽门胃内角状突起形成二列整齐的栅状物。直到大眼幼体,这些栅状物才变为由刚毛排组而成的滤器;贲门胃的侧齿也已增加到 7—8 枚,侧齿列下方并出现厚的书页状角质层(图版 I:4)。

中肠的肠壁细胞呈圆柱状,排列较整齐,细胞核靠近基部。从  $Z_2$  横切面上可以看出,肠腔略呈四角形,各角延伸似狭沟(图版 I:5,6,7);但在后续各期幼体中,肠腔逐渐扩大,狭沟也就消失。中肠上皮细胞内面密列微绒毛,微绒毛基部富集多数线粒体。后肠在各期幼体中变化不大,肠壁细胞的细胞核上下参差,内膜高度角质化,并有弯曲的突起。

中肠三种突出物的形成各不相同。在肝胰管出现前,中肠前端背侧的肠壁细胞变薄,并形成一个突起。这个突起也由一层细胞构成,但细胞排列得十分紧密,细胞核颇大。随后突起中央部分的细胞向下移动,而两端部分的细胞分别向内卷曲,与中央下移的细胞连接,最后形成两条肝胰管而左右分开。上述形成的全过程都发生在  $Z_2$  中(图版 I:5,6,7)。

前盲囊自  $Z_1$  形成后,在后续各期幼体中内腔不断扩大。囊壁细胞大,腹侧部分的扁平,而背侧部分却颇高,尤其在  $Z_1$  中,高度达到  $52\mu\text{m}$ ,不仅超过肝胰管和后盲囊的细胞,同时也超过中肠本身的细胞,为中肠细胞高度的 4 倍(图版 I:8)。

后盲囊在  $Z_2$  中形成,内腔较小,呈典型的 X 形。囊壁细胞呈长圆柱形,排列紧密,显然不同于中肠前端两种突出物的细胞(图版 I:9)。

### 三、讨 论

中华绒螯蟹幼体消化道的生长率各期不同,  $Z_2$  生长率最大,为 46.05%,随后逐渐下降;  $Z_3$  与  $Z_4$  相差不大,分别为 22.22% 和 22.72%;  $Z_5$  颇小,为 16.66%;而最小的是大眼幼体,仅为 14.28%。幼体消化道的生长率大致与幼体体长的生长率相关;幼体体长的生长率从  $Z_2$  起分别为 30.25%, 29.36%, 32.61%, 30.74% 和 4.90%。这种相关在大眼幼体中尤为明显,由 V 期蚤状幼体发育成大眼幼体,主要在于头胸部的扩大,而腹部并未增长,因此体长增加最小,消化道的生长也就最慢。此外,令人注意的是: II 期蚤状幼体消化道的生长特别快,这或许与 I 期蚤状幼体内残留丰富的胚胎养料有关。这些养料足供幼体快速生长,因此人工育苗时,对 I 与 II 期蚤状幼体无需投喂过多的饵料。

由外胚层来源的胃,从  $Z_2$  开始,内膜明显角质化,胃腔内并出现突起。Factor 在研究美洲海螯蛄 (*Homarus americanus*) 幼体时指出,这些突起最早在 III 期幼体中才产生<sup>[3,4]</sup>。中华绒螯蟹  $Z_3$  的胃已明显分化成贲门胃与幽门胃两部分,贲门胃内形成侧齿,这说明从  $Z_3$  开始,方才具备研磨食物的能力。因此我们认为,在人工育苗时,投喂卤虫、轮虫或枝角类等食饵宜从  $Z_3$  开始。贲门胃内的各种研磨结构即胃磨和幽门胃内的滤器,到大眼幼体已完全形成,近似成蟹,大眼幼体的消化机能也就大大加强,其昼夜摄食量为 III 期蚤状幼体的 2—3 倍,因此人工育苗时,对大眼幼体就应增加投饵量。

中肠在各期幼体中占消化道全长的一半以上,是营养物质吸收的主要场所。从我们的切片上可以观察到,在幼体中肠乃至后肠内尚存在着不少完整的单细胞藻类(图版 I:10),这些单细胞藻类显然是幼体难以消化的。因此人工育苗时,特别在  $Z_1$  和  $Z_2$  阶段,除个体小、细胞壁又薄的褐指藻类可作为饵料外,我们认为要提高幼体对饵料营养物质的吸收率,动物或植物质的浆液应是理想的饵料。

甲壳动物中肠突出物的发生与形态,因种类不同而异。据我们研究,中华绒螯蟹幼体中肠突出物共有三种,两种为中肠前端的突出物,包括肝胰管和前盲囊;一种为中肠后端的突出物,即后盲囊。前盲囊或许是一种机能不很强的器官,  $Z_1$  以后,其细胞并不迅速生

长与发育。后盲囊仅出现于幼体中,到了成体时就消失。在  $Z_1$  中它由多数小突起密集而成,至  $Z_2$  才具备管腔。由于注入中肠后端,我们推测它不产消化酶,或许正如 F. Graf 和 P. Michaut 等所指出的那样,其机能为储存钙质,以备幼体蜕皮之用<sup>[5]</sup>。作为分泌消化酶和储存营养物质的肝胰管,在幼体中显得特别重要。 $Z_1$  以吸收体内残留的胚胎养料为主,因此  $Z_2$  的肝胰管生长率还不小,为 28.57%;但从  $Z_3$  起,肝胰管的生长率分别为 55.55%, 71.42%, 32.50% 和 31.44%,均超过中肠和幼体体长的生长率。尤其大眼幼体,体长的生长率仅为 4.9%,消化道的也只 14.28%,而肝胰管的竟达到 31.44%。毋庸置疑,肝胰管除分泌消化酶和储存营养物质外,还有合成钙、磷以及少量镁盐的机能<sup>[6]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] 堵南山,1958,绒螯蟹的变态,生物学教学,2: 22—25。  
 [2] 梁象秋等,1974,中华绒螯蟹的幼体发育,动物学报,20(1): 61—75。  
 [3] Bettica, A., et al., 1987, Ultrastructure of the foregut-hindgut junction in *Porcellio scaber* Latreille, *J. Crustacean Biology*, 4: 610—623。  
 [4] Factor, J. R., 1981, Development and metamorphosis of the digestive system of larval lobster, *Hamarus americanus* (Decapoda: Nephropidae), *J. Morph.*, 169: 225—242。  
 [5] Graf, F. and Michaut, P., 1980, Fine structure of the midgut posterior caeca in the Crustacean *Orchestia* in intermolt: recognition of two distinct segments, *J. Morph.*, 165: 261—284。  
 [6] Hopkin, S. P. and Nott, J. A., 1979, Some observations on concentrically structured, intracellular granules in the hepatopancreas of the shore crab, *Carcinus maenas* (L.), *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 59: 867—877。

## MORPHOGENESIS OF LARVAL DIGESTIVE SYSTEM IN *ERIOCHEIR SINENSIS* (CRUSTACEA: DECAPODA)

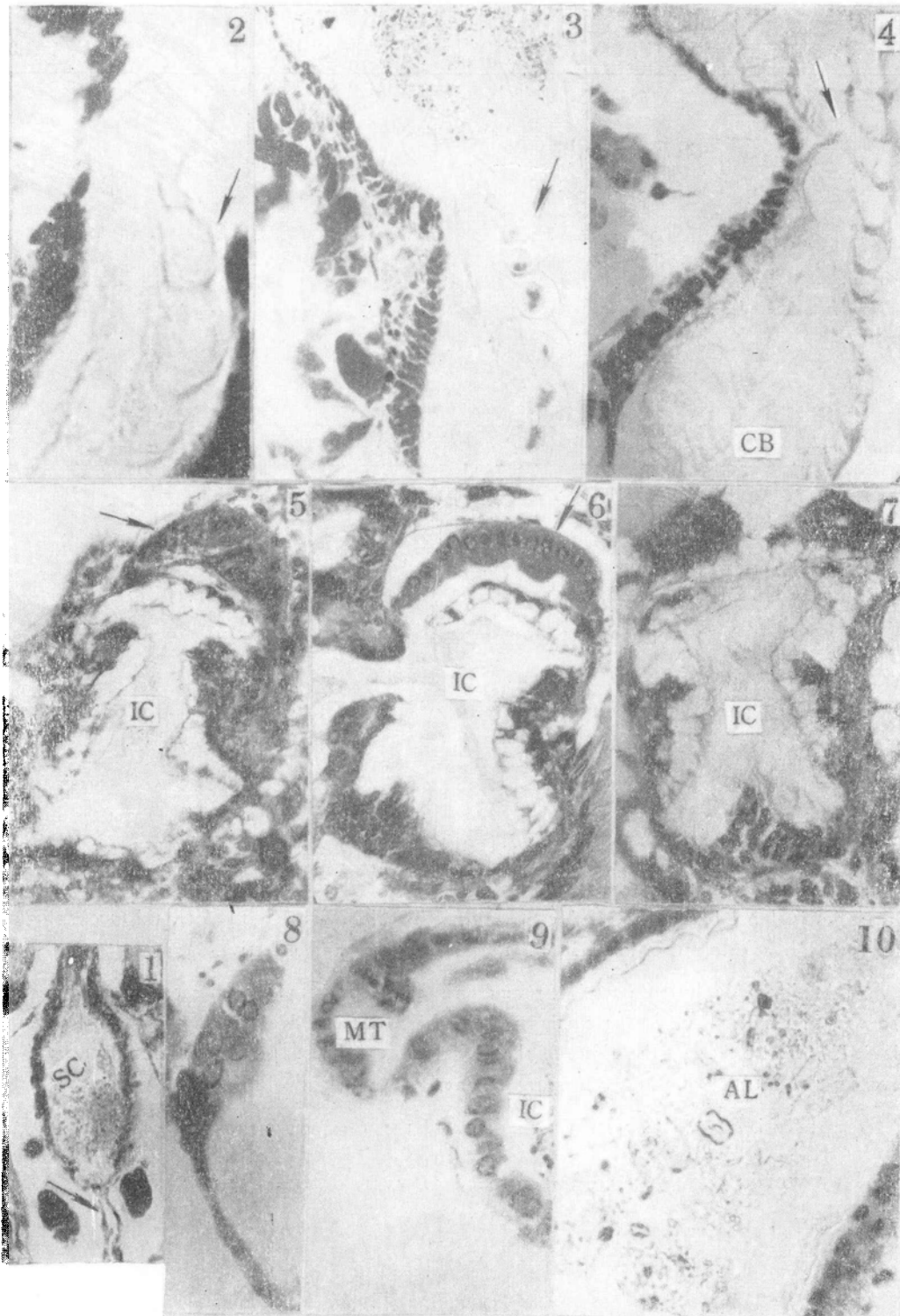
Du Nanshan, Chen Bingliang and Lai Wei

(East China Normal University, Shanghai 200062)

### ABSTRACT

This study provides a detailed account of the morphogenesis of the digestive system of the first-fifth (I—V) zoeal stages ( $Z_1$ — $Z_5$ ) and a megalopal stage (M) in *Eriocheir sinensis*. The digestive system is divided into three major divisions: foregut, midgut and hindgut. The mean length of larval digestive tract in each stage is respectively 0.912mm, 1.332mm, 1.628mm, 1.998mm, 2.331mm, and 2.664mm. The stomach is oval in the first zoeal stage ( $Z_1$ ), then, divided into cardiac stomach (including the gastric mill) and pyloric stomach (including the filter) in the third stage ( $Z_3$ ). The most dramatic morphogenetic change is the gastric mill in the cardiac stomach. The series of pads and ridges in the gastric mill are rudiments of the teeth in the second stage stomach ( $Z_2$ ). The lateral teeth appear in the third stage ( $Z_3$ ). The midgut comprises the intestine, a pair of hepatopancrea tubes, a couple of anterior midgut caeca and the posterior midgut caecum. The occurrence of hepatopancrea tubes was clarified especially.

**Key words** *Eriocheir sinensis*, Larval digestive system, Morphogenesis



图版 I 中华绒螯蟹幼体消化系统的发育

Plate I Morphogenesis of larval digestive system in *Eriocheir sinensis* (Crustacea:Decapoda)

1. I期蚤状幼体前肠纵切面,  $\times 200$ , SC为胃腔, 箭头示食道; 2. III期蚤状幼体贲门胃横切面,  $\times 400$ , 箭头示三枚侧齿; 3. V期蚤状幼体贲门胃横切面,  $\times 400$ , 箭头示6枚侧齿; 4. 大眼幼体贲门胃横切面,  $\times 400$ , CB为书页状角质层, 箭头示侧齿; 5, 6, 7. II期蚤状幼体中肠与肝胰管的横切面,  $\times 350$ , 示肝胰管的逐步形成, IC为肠腔, 箭头示肝胰管; 8. 大眼幼体前盲囊横切面的一部分,  $\times 350$ ; 9. V期蚤状幼体后盲囊与中肠连接处的横切面,  $\times 350$ , MT为后盲囊; 10. V期蚤状幼体中肠的纵切面,  $\times 500$ , 示肠腔的内含物, AL为藻类。