

脊尾白虾的幼体发育*

梁象秋 李亚娟 周昭曼

(上海水产大学)

提 要 在实验室的条件下,对脊尾白虾幼体发育的全过程进行观察和研究。当水温保持在22°C,饵料充足的情况下,幼体自卵孵出后,有规律的每二天蜕皮一次。溞状幼体共蜕皮6次,分六个溞状幼体期,约经12天,即变态为仔虾。本文对各期幼体形态结构的变化作详细的描述,并有附图说明。

主题词 白虾,脊尾白虾,溞状幼体,仔虾,蜕皮,变态

脊尾白虾 *Exopalaemon carinicauda* (Holthuis) 生活于浅海或河口附近,分布于全国沿海,是我国的重要经济虾类。在北方的产量尤大,其产量仅次于中国毛虾和中国对虾,居第三位。由于其肉嫩味美,生长迅速,一些地区已开始试养。同时,它又是对虾养殖的重要副产品。白虾全世界只有六种,中国产四种,均为我国的经济虾类。对其幼体发育,除刘瑞玉^[1]教授对生活于淡水中的秀丽白虾作过系统的报导外,目前尚未见到对本属其他种的详细报导。1986年,我们曾在实验室内对脊尾白虾进行人工培育试验,1987年再次进行对比试验,从中获得许多各期幼体的标本。现将收集的材料整理成文,供有关方面参考。

材 料 和 方 法

抱卵的亲虾四月中捕自于长江口。标本采回实验室后,即放入盐度为7~10‰配制海水的水族箱中饲养,孵化期的水温保持在22°C,五月初见幼体孵出。此时,即将幼体移至相同盐度的培养缸中分离培养,每缸分别加入200毫升的配制海水和10个幼体,并使水温保持在22°C,每天早晚2次投饵。为防止细菌繁殖致使水质败坏,每晚定时换水一次,以保水质的清洁。第一、二溞状幼体期投喂三角褐指藻 *Phaeodactylum tricornerutum* 为饵。在第二溞状幼体期加喂褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis*。到第三溞状幼体期开始改喂褶皱臂尾轮虫和盐卤虫 *Acartia salina* 的无节幼体。从第五溞状幼体期开始单喂盐卤虫的无节幼体。每天早晚二次系统检查幼体的发育和变态的情况。

形 态 描 述

幼体自孵出后,经6个溞状幼体期,发育成仔虾。在水温保持22°C,饵料充足的情况

* 1986年和1987年分别由牛红军、张涛和沙钢,包卫空四同志参加试验工作。川沙县水产局姜德荣同志和三甲港水产收购站帮助提供亲虾标本。张道南同志提供藻种。借此致谢。

下,幼体有规律的每二天蜕皮一次,经12天后即进入仔虾期。各期幼体的形态特征描述如下:

第一溞状幼体 体长3.02—3.15mm。额角发达,上、下缘均无齿。头胸甲无刺。眼柄短,与头胸甲联接,不能转动。腹部分6节,第五腹节的后腹角圆,无刺突,第6腹节与尾节连在一起(图1)。尾节(图2:19)呈扇状,其后缘中央稍凹,具7对羽状刚毛,最外侧的两对外缘无毛。色素分布:眼柄基部具有色素,其中央为浅黄色,四周为蓝色,眼柄腹侧的色素以蓝色为主,中央为黄色;第二触角基部具有浅黄色的色素;头胸部腹甲的后缘末几对步足的基部具有黄的色素团;腹部第三、四腹节侧甲各具有黄色的色素,这两个色素斑随蜕皮次数的增加而扩大加深;第二、三、四腹节腹甲的两侧也具有黄色的色素;到第四期幼体在第一腹节也出现色素点;肛门处具有棕红色的色素。第一触角柄(图2:1)呈圆柱形,不分节,顶端内侧具1细长的羽状刚毛,顶端为一粗短的棒,上具1羽状刚毛、3感觉毛和1长鞭。第二触角(图2:2)原肢不分节。内肢呈棒状,短于外肢,顶端具1羽状刚毛和1短刺。外肢扁平,外缘具1长1短的刺,顶端和内缘具8根羽状刚毛。大颚(图2:3)切齿具3齿2刺,臼齿为4齿2刺。第一小颚(图2:4)底节具5刺及1侧刺,基节具5刺。内肢具1刺。第二小颚(图2:5)底节基叶具1根,末叶具3根刺毛;基节基叶具3根,末叶为4根刺毛。内肢不分节,具1中央缺刻,有2刺毛和1羽状刚毛。颚舟片前端有3根羽状刚毛,后端为1粗壮的羽状刚毛。第一颚足(图2:6)底节内侧有1刺毛,基节内侧

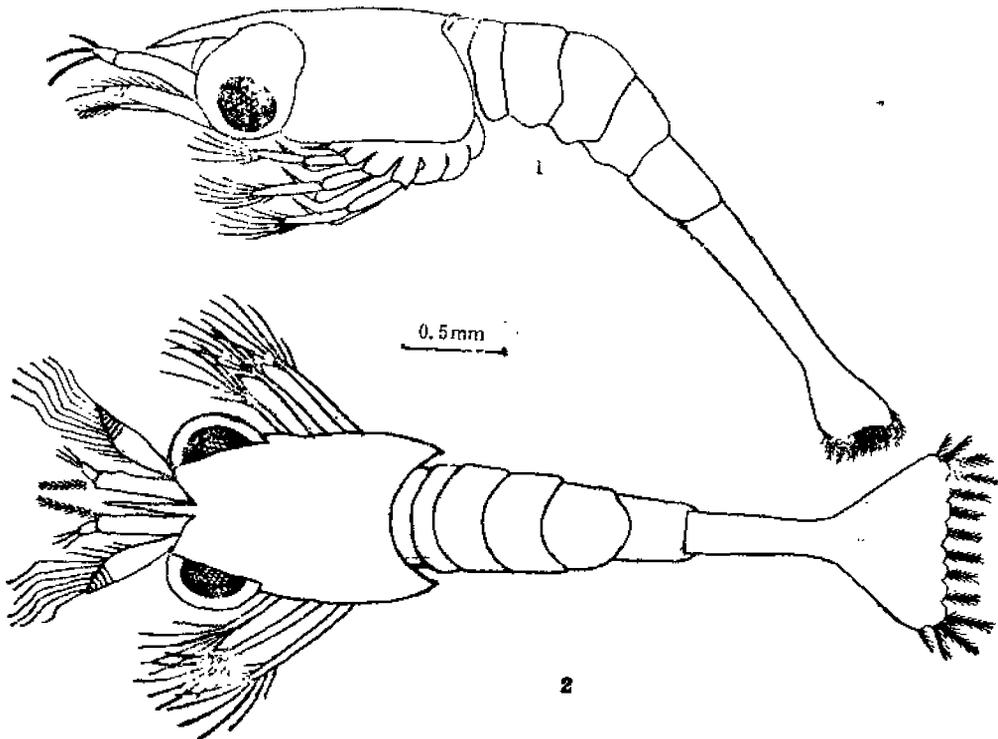


图1 第一期幼体 Fig. 1 First zoea
1. 侧面观(lateral view) 2. 背面观(dorsal view)

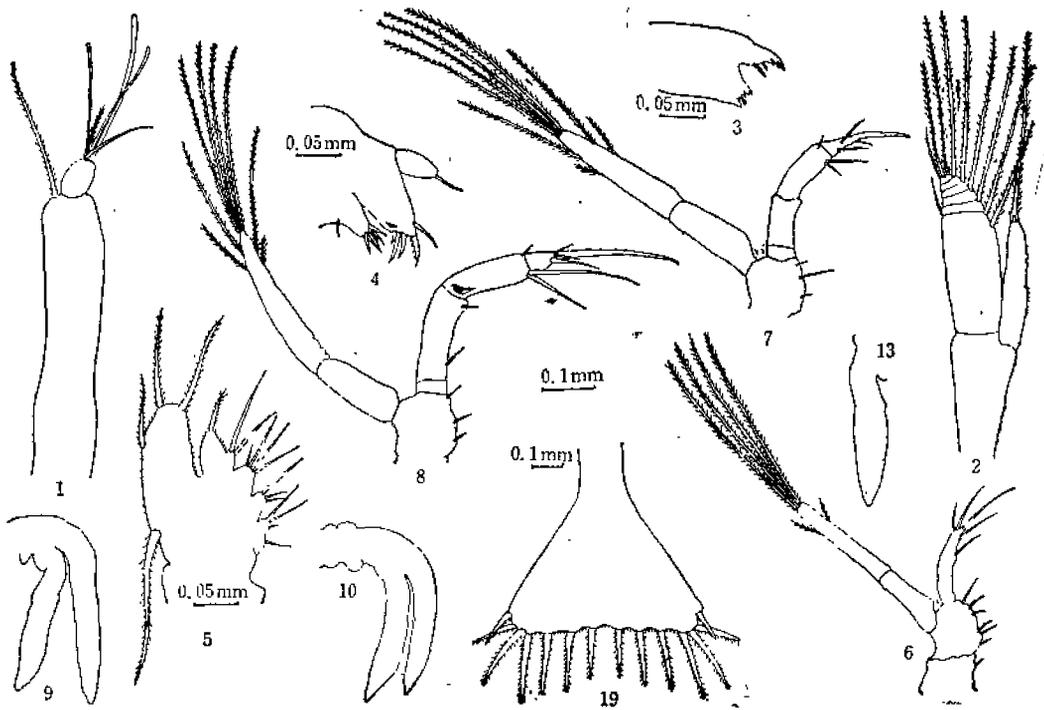


图2 第一期幼体的附肢 Fig. 2 Appendages of the first zoea
插图说明同图 13. Explanation of the figures is as in the Fig. 13

具6刺毛。内肢不分节,内侧和末端具5刺毛。外肢分2节,末节末端具6根羽状刚毛。第二颚足(图2:7)底节无毛,基节具3刺毛。内肢分4节,末节爪状,中部具3刺,末2节末端背缘具1刺,腹缘为2刺。外肢2节,末节具8根羽状刚毛。第三颚足(图2:8)底节无毛,基节具3刺毛。内肢4节,第2节腹缘具2刺毛,第3节末端背缘具1根小刺毛,腹缘具2根粗长的刺毛(该节此时在某些个体出现有分节的痕迹),末节爪状,长,中部具3根毛。外肢2节,末节具8根长羽状刚毛。第一、二步足(图2:9~10)皆为双肢型的芽。第五步足(图2:13)为单肢型的芽。

第二期幼体 体长3.33~3.59mm。头胸甲出现眼上刺和颊刺。眼柄延长,并与头胸甲分离,可以转动。第五腹节的后下角形成一刺,(图3)。尾节(图4:19)在凹处的中央增生1对小刺。第一触角(图4:1)柄分3节,基节的柄刺明显,上有几根细的羽状刚毛,腹面出现1粗刺,内末角具1长羽状刚毛,背侧末缘有4根羽状刚毛。第2节内末角具1长,末端具3短的羽状刚毛。第3节末端内缘和内末角具2长的羽状刚毛和3根细小的感觉毛。外鞭仍具1长鞭和3感觉毛,顶端中央具1短刺毛。第二触角(图4:2)内肢末端具1长羽状刚毛,亚末端具1细长的刺毛。外肢的羽状毛增至17根。大颚(图4:3)臼齿部的小刺增至4枚。第二小颚(图4:5)颚舟片的前端和前侧缘具7根羽状刚毛,后端和后侧缘具1长1短的羽状刚毛。第三颚足(图4:8)内肢5节,即上期的第3节分成两节,第3节上无毛,第4节上具3刺毛(背1、腹2),其他各节无变化。第一、二步足(图4:9~10)分节,底节无毛,基节具2刺毛。内肢5节,座节无毛,长节腹缘具2毛,腕节背、腹

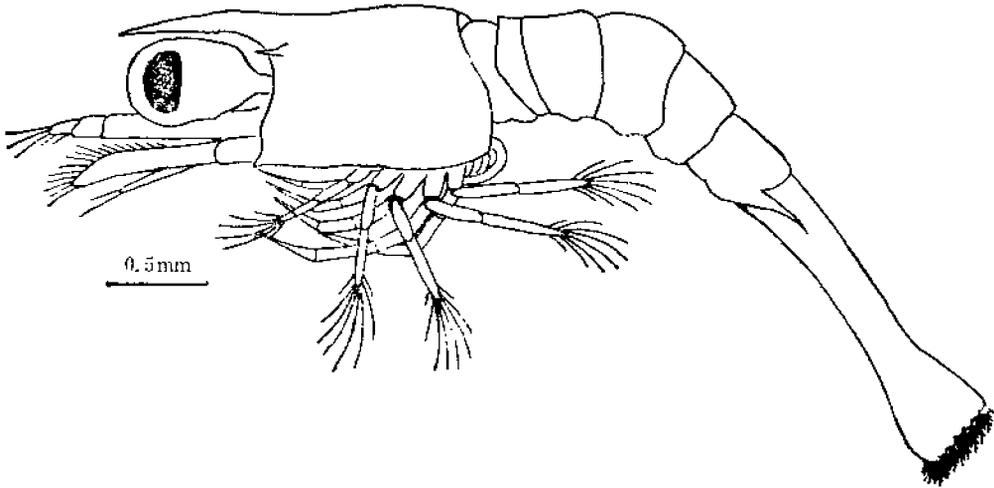


图3 第二期幼体 Fig. 3 Second zoea

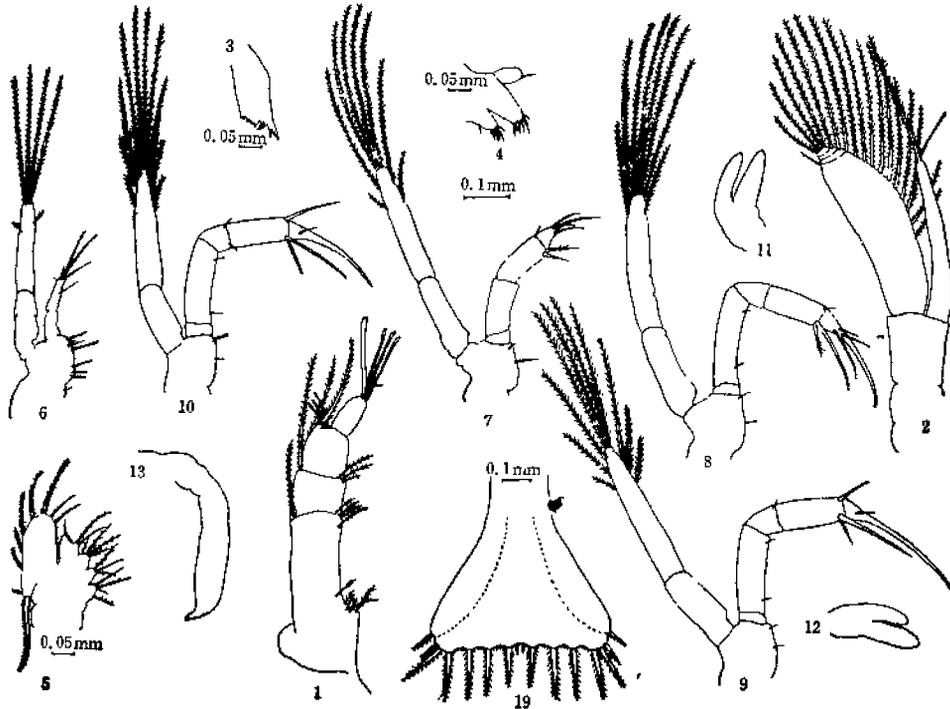


图4 第二期幼体的附肢 Fig. 4 Appendages of the second zoea
插图说明同图13. Explanation of the figures is as in the Fig. 13

缘各具1毛(第一步足腹缘无此刺毛),掌节背缘有1、腹缘具2长刺毛,指节爪状,中部具1小刺毛。外肢2节,末节具10根羽状刚毛。第三、四步足(图4:11—12)出现一双肢型的芽。尾肢(图4:19)的胚芽出现。

第三期幼体 体长3.63~3.75mm。头胸甲出现鳃甲刺。第六腹节与尾节分离(图5)。尾节(图6:19)后缘具6对刺状刚毛,中央具一对小刺。第一触角(图6:1)末节腹面具3

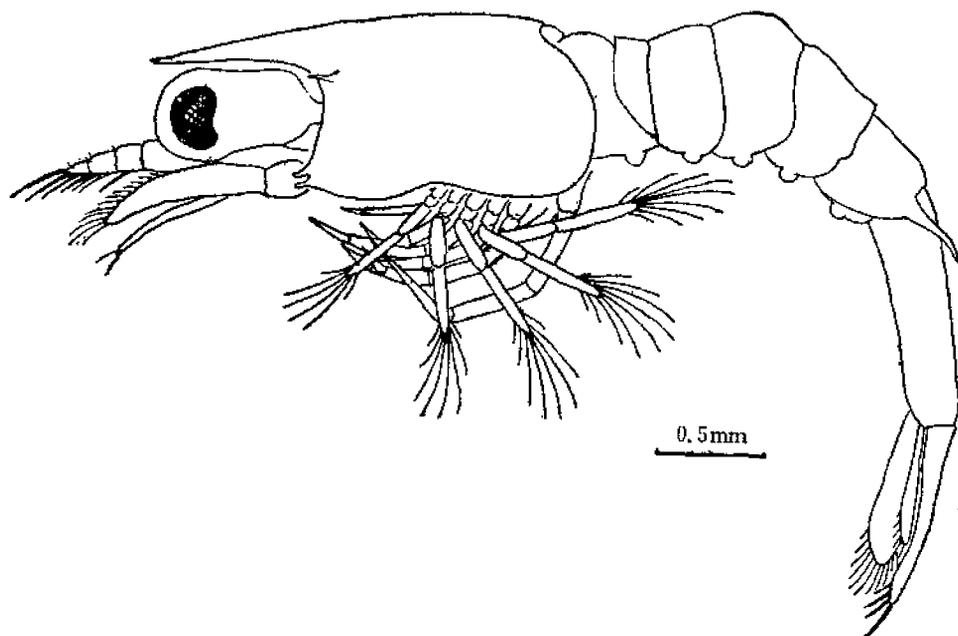


图 5 第三期幼体 Fig.5 Third zoea

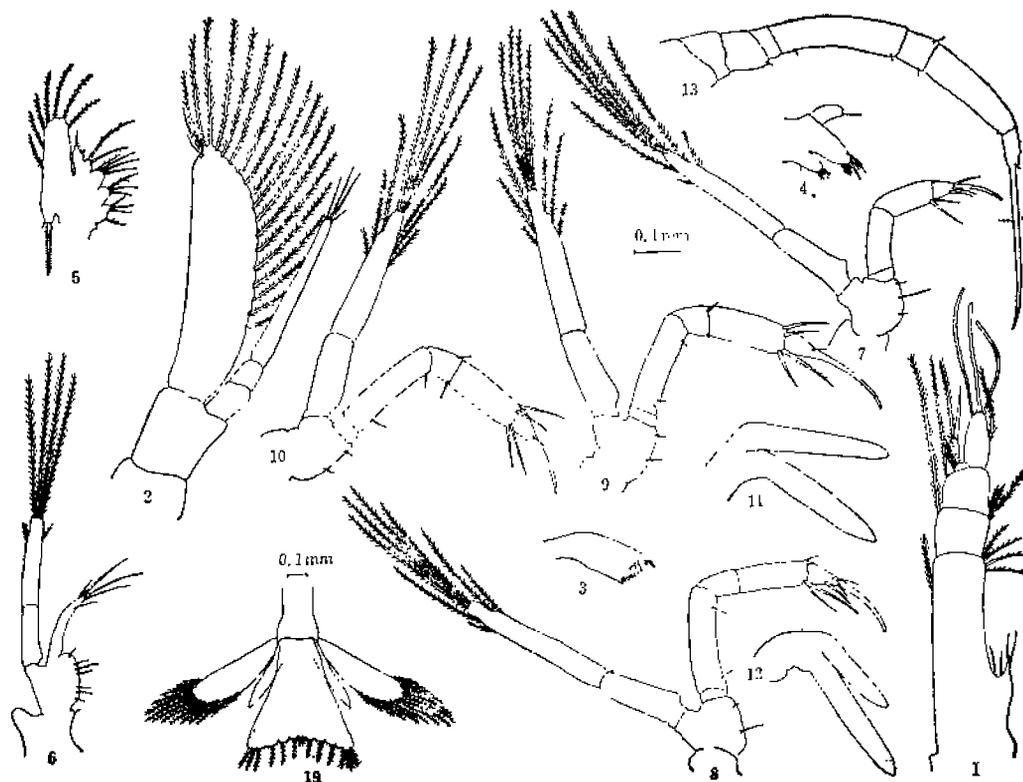


图 6 第三期幼体的附肢 Fig.6 Appendages of the Third zoea
插图说明同图 13. Explanation of the figures is as in the Fig. 13

根长羽状刚毛,在内、外鞭的基部具一乳状突,上具4根感觉毛。外鞭具3根感觉毛,内鞭约为外鞭长的1/2,末端具1根刚毛。第二触角(图6:2)内肢短于外肢,3节,末节末端具4根细刺毛。外肢具18~20根羽状刚毛,末端2根短小。大颚(图6:3)切齿增至3刺。第一小颚(图6:4)基节的刺毛增至8根。第一颚足(图6:6)基节的刺毛增至7根。第三颚足(图6:8)掌节背缘增至2刺毛。第一、二步足(图6:9~10)掌节末端背缘具20根长刺毛。第五步足(图6:13)分7节,基节前腹角具1刺毛,长节腹缘具2刺毛,腕节背、腹缘的末端各具1刺毛,掌节前腹缘末端具1刺毛,指节背缘具1刺毛,末端呈爪状。腹肢的胚芽出现。尾肢(图6:19)呈双肢型,内肢呈芽状突,无刺和毛。外肢末端具13~14根羽状刚毛。

第四期幼体 体长4.20~4.93mm。额角背缘出现一刺,刺的腹缘呈锯齿状(图7)。尾节(图8:19)后端渐渐变窄,末缘具5对刺毛,中央的一对短小。第一触角(图8:1)柄刺上的羽状刚毛增至6根,基节内侧具2根长羽状刚毛,末端背侧具9根短羽状刚毛。第2节内缘具1根长的,背侧末端具4根短的羽状刚毛。末节内侧具1根,末端腹侧具5根长的羽状刚毛。内鞭为外鞭长的1/4,顶端为1根长刺毛。外鞭亚末端具4根感觉毛,末端为1根刺毛。乳状突的顶端生出2长4短感觉毛。第二触角(图8:2)内肢4节,顶端具6根刺毛。外肢具23根羽状刚毛,顶端具2根短刺毛。大颚(图8:3)白齿小刺增至5枚。第二小颚(图8:5)颚舟片前端为14根,后端为4根羽状刚毛。第三颚足(图8:8)内肢第2节背缘具1刺毛。第一、二步足(图8:9~10)掌节前腹角向前突出呈一圆弧形突起。第三、四步足(图8:11~12)分节,底节无毛,基节内侧具2刺毛,长节腹缘具2刺毛,腕节背、腹缘各具1刺毛,掌节背缘具1刺,腹缘具2刺,指节呈爪状,背缘中部具1刺毛。外肢末端具8根羽状刚毛。第五步足(图8:13)掌节背缘为1根,腹缘为2根刺毛,并在腹缘末端具1长而粗的刺。腹肢(图8:14~18)呈双肢型。尾肢(图8:19)内肢具14~15、外肢具22~23根羽状刚毛。

第五期幼体 体长5.06~5.46mm。额角上缘齿的前方长出1羽状刚毛(图9)。尾节(图10:19)后端变窄,形成前宽后窄,背侧缘出现3对小刺,1对在末端1/4,1对在外末

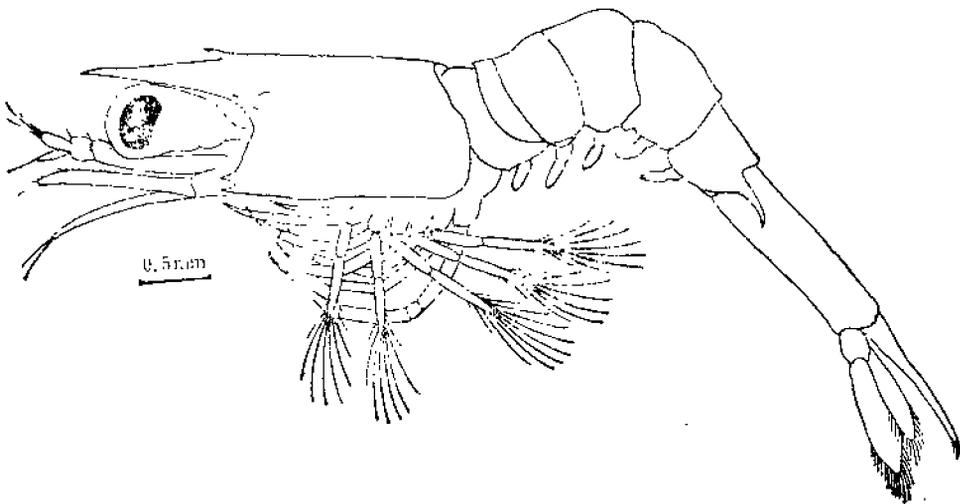


图7 第四期幼体 Fig. 7 Fourth zoea

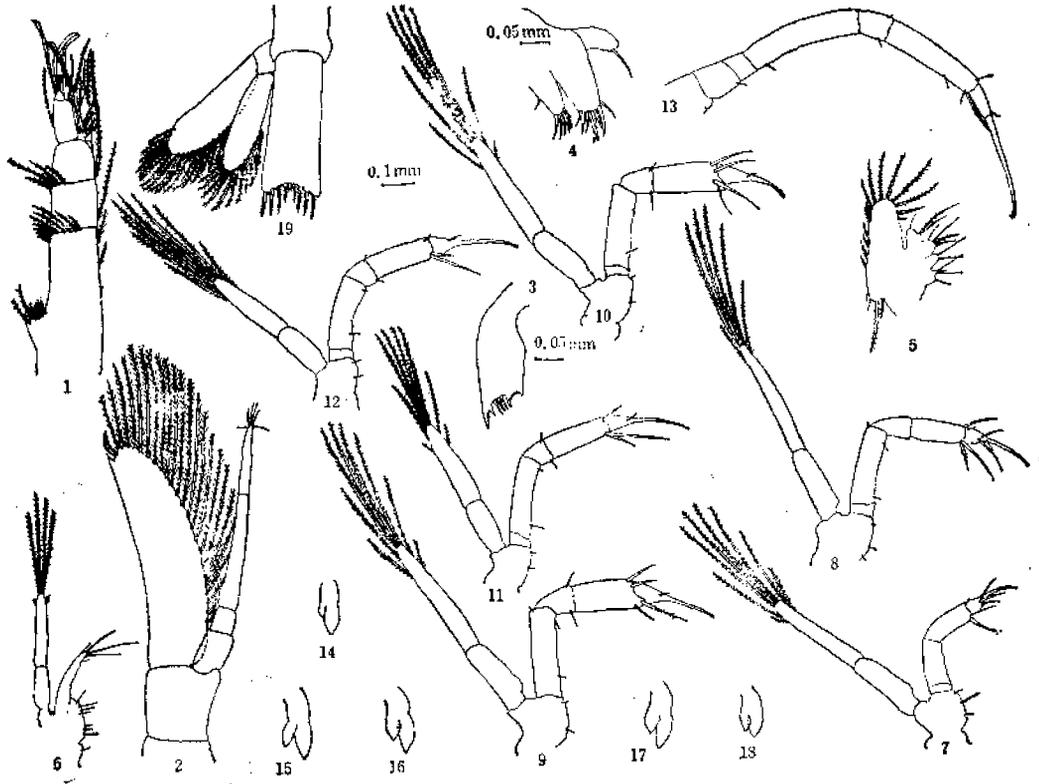


图 8 第四期幼体的附肢 Fig. 8 Appendages of the fourth zoea
插图说明同图 13. Explanation of the figures is as in the Fig. 13

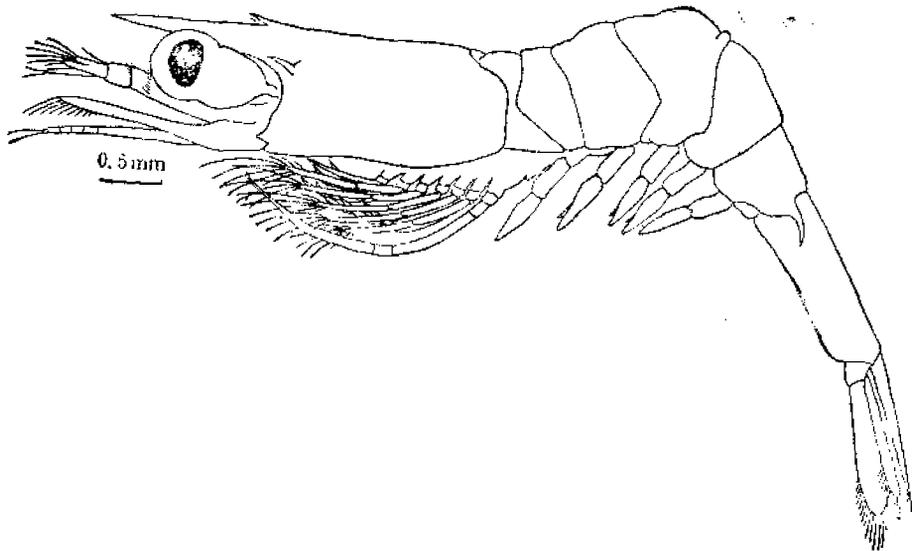


图 9 第五期幼体 Fig. 9 Fifth zoea

角后缘刺的外侧,还有 1 对位于两者之间靠近外末角的一对。末缘具 5 对刺,中央的 1 对很小。第一触角(图 10:1)柄刺上的羽状刚毛增至 10 根左右,基节内侧具 5 根羽状刚毛,

背缘末端至外缘具 13~16 根羽状刚毛。第 2 节内侧具 2 根羽状刚毛,背侧末端具 7 根羽状刚毛。末节末端腹侧具 5 根长羽状刚毛。内鞭稍长于外鞭,顶端具 3 毛。外鞭内侧中部具 2 根,亚末端具 4 根感觉毛,顶端为 1 刺。丘状突起的顶端具 4 根感觉毛。第二触角(图 10:2)内肢具 7 节,基部有细毛,顶端具 4 毛。外肢具 28~31 根羽状刚毛。大颚(图 10:3)切齿增至 4 刺。第二小颚(图 10:5)颚舟片前端的羽状刚毛为 17 根,后端为 7 根。第一颚足(图 10:6)基节上的刺毛增至 8 根。外肢第一节的外侧出现 2~5 根羽状刚毛。第三颚足(图 10:8)外肢末端具 10 根羽状刚毛。第一、二步足(图 10:9~10)掌节前腹角向前延长,形成不动指,但短于指节。第一步足指尖背侧具 1 刺毛。外肢末端的羽状刚毛增至 10 根。第五步足(图 10:13)掌节上的刺毛增至 5 根。腹肢(图 10:14~18)除第一对外,其余各对在内肢的内侧都各长出 1 内附肢,并在内、外肢的顶端各长出刺状突。尾肢(图 10:19)内、外肢的羽状刚毛各增至 21 和 25 根。



图 10 第五期幼体的附肢 Fig. 10 Appendages of the fifth zoea

插图说明同图 13. Explanation of the figure is as in the Fig. 13

第六期幼体 体长 5.21~5.76mm。额角上缘通常为 1 枚,但也偶有 2 齿者。齿前毛数有变化,通常为 2 根,也偶有 3、4 或 5 根的。尾节(图 11:19)末缘具 4 对刺,原中央的一对小刺消失。

第二小颚(图 11:5)颚舟片周缘的羽状刚毛前后已相连,约 29 根。第一、二步足(图 11:9~10)整变得短而粗,长约为宽的 2 倍,且第二步足指节尖端增生 1 小刺毛。第四步

足(图 11:12),掌末端背缘增生 1 小刺毛。尾肢(图 11:19)内、外肢的羽状刚毛各为 26 和 31 根。

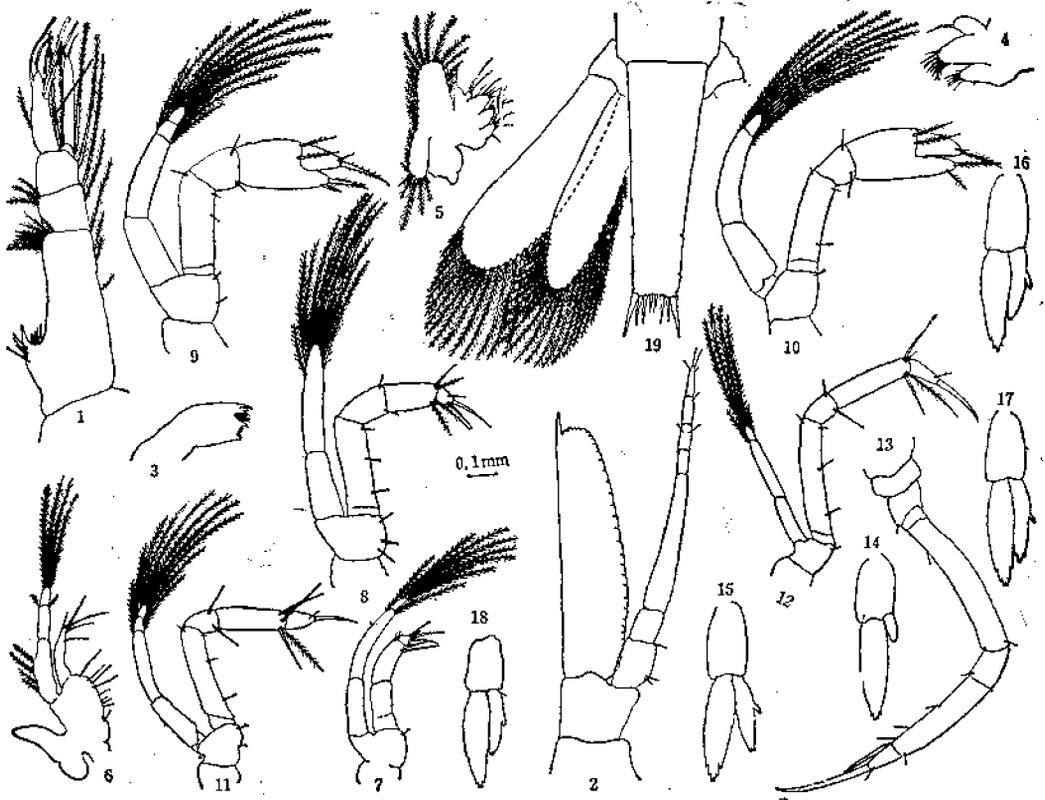


图 11 第六期幼体的附肢 Fig. 11 Appendages of the sixth zoea
插图说明同图 13. Explanation of the figure is as in the Fig. 13

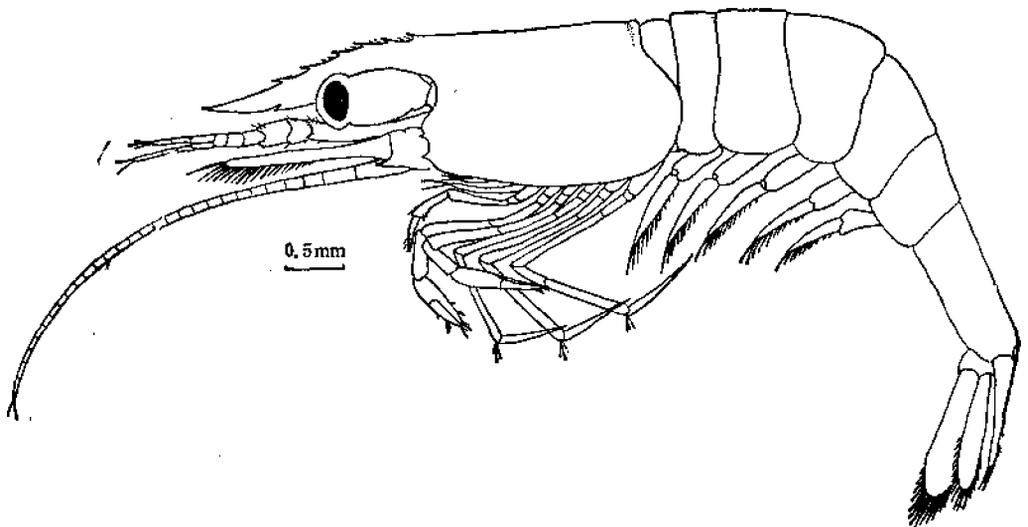


图 12 仔虾 Fig. 12 Postlarva

仔 虾 体长约 5.71—5.82mm。额角稍超出鳞片的末端,上缘具 5—6 齿,下缘具 1~2 齿。头胸甲具触角刺和鳃甲刺(图 12)。尾节(图 13:19)背侧具 2 对背刺,末端呈尖刺状,后侧角具 2 对刺,外短、内长,在两内刺间有一对羽状刚毛。第一触角(图 13:1)柄刺发达,基部具丛毛,基节的内侧具 7 根羽状刚毛,顶端具一排,约 13 根羽状刚毛。第 2 节内侧具 4 根,顶端具 4 根,外侧具 5 根羽状刚毛。末节腹侧具 3 根羽状刚毛,丘状突起的顶端具 4 根短毛。内、外鞭略等长,内鞭 7~10 节,在末半各节上各长细毛,末节顶端具 4 毛。外鞭从第一节末端分出内、外两枝。内枝 2 节,第 1 节腹侧具 2 根、末端为 3 根感觉毛,第 2 节顶端具 2 根长感觉毛。外枝 5 节,顶端具 3 细毛。第二触角(图 13:2)内肢

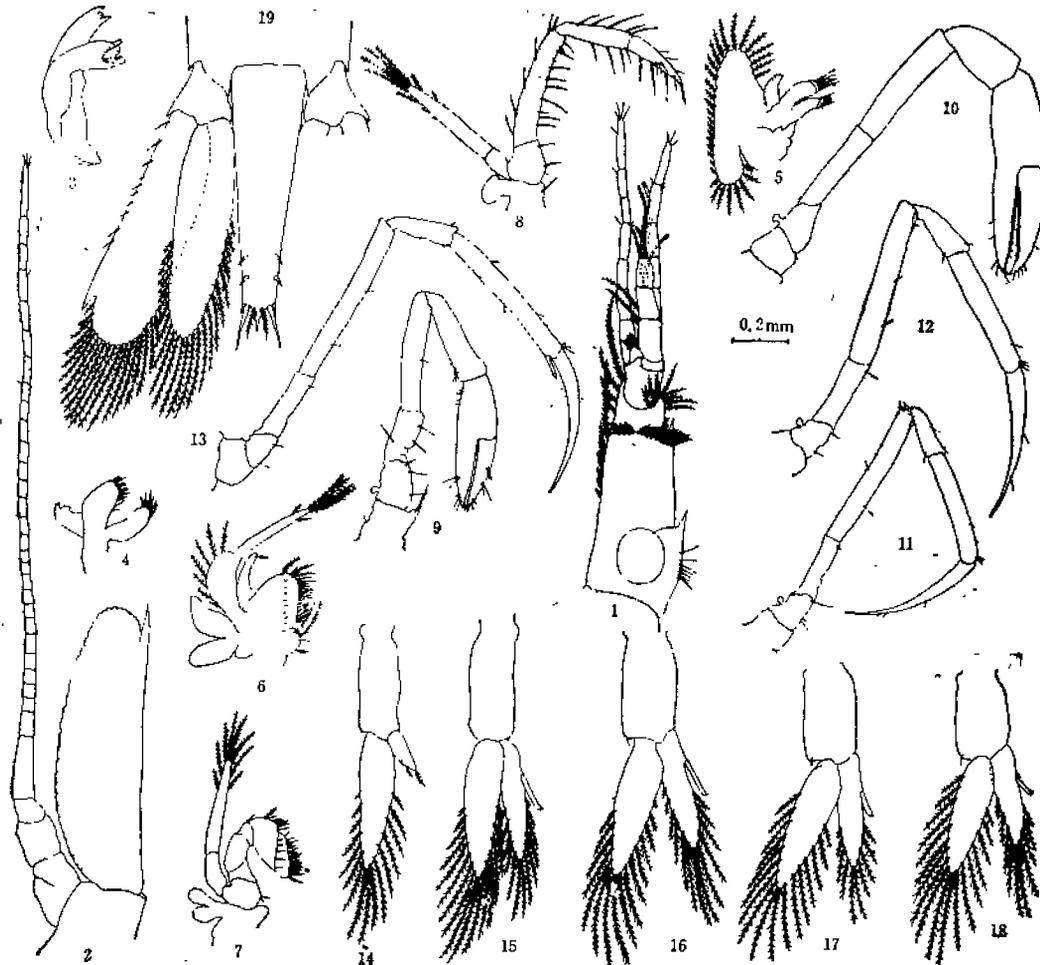


图 13 仔虾的附肢 Fig. 13 Appendages of the postlarva

插图说明: 1. 第一触角, 2. 第二触角, 3. 大颚, 4. 第一小颚, 5. 第二小颚, 6. 第一颚足, 7. 第二颚足, 8. 第三颚足, 9. 第一步足, 10. 第二步足, 11. 第三步足, 12. 第四步足, 13. 第五步足, 14. 第一腹肢, 15. 第二腹肢, 16. 第三腹肢, 17. 第四腹肢, 18. 第五腹肢, 19. 尾节及尾肢

Explanation of the figures: 1. Antennule, 2. Antenna, 3. Mandible, 4. Maxillula, 5. Maxilla, 6. 1st maxilliped, 7. 2nd maxilliped, 8. 3rd maxilliped, 9. 1st pereopod, 10. 2nd pereopod, 11. 3rd pereopod, 12. 4th pereopod, 13. 5th pereopod, 14. 1st pleopod, 15. 2nd pleopod, 16. 3rd pleopod, 17. 4th pleopod, 18. 5th pleopod, 19. Telson and Uropod

具31~34节,顶端具4根毛。外肢具35~37根羽状刚毛。大颚(图13:3)切齿与白齿均发达,两者明显的分离。切齿具3~4齿,两侧大而中央小,中央齿为左1枚、右2枚小齿。白齿下缘为2大齿,上缘具数个尖齿。第一小颚(图13:4)底、基节延长,各具9和12根刺。内肢双叶状,刺毛消失。第二小颚(图13:5)底、基节上各具7根刺毛。内肢为1小突起。上无刚毛。颚舟片边缘列生有32根羽状刚毛。第一颚足(图13:6)底节具3长2短羽状刚毛,基节上具许多刺毛和羽状刚毛。内肢的内末角具1羽状刚毛。外肢基部宽阔,外侧具7根羽状刚毛,末端具6根羽状刚毛。第二颚足(图13:7)基节内侧具2根毛,掌、指宽于其他各节,各具13根羽状刚毛。外肢细长,末端具8根羽状刚毛。第三颚足(图13:8)内肢3节,内、外缘均具刚毛,末节顶端呈爪状。外肢末端具10根羽状刚毛。步足(图13:9~13)前两对呈钳状,末端有许多刺毛。后三对呈爪状,各步足各节上均具数目不等的刺。前四对外肢尚留痕迹。腹肢(图13:14~18)内、外肢均发达,上具许多羽状刚毛,并在内肢的内侧具一发达的内附肢。但第一对的内肢短小,顶端具一羽状刚毛,外侧具1~2根细刚毛,缺内附肢。

小 结

1. 本文报导脊尾白虾幼体发育的二次试验分别于1986年与1987年4~5月间在上海水产大学实验室进行。

2. 幼体共分6个溞状幼体期,经6次蜕皮后进入仔虾。

3. 在盐度为7~10‰,温度为22°C的情况下,幼体有规律的每二天蜕皮一次,共经12天后进入仔虾。

4. 初孵化的溞状幼体具明显的趋光性。生活时以尾部朝上,头部朝下,背面向下,腹面向上,倾斜的悬浮在水的表层。运动时,则在水中作倒向的浮动。随蜕皮的次数增加,幼体渐次由表层移向底部活动。当进入仔虾时,即开始腹面向下的向前游泳。

5. 溞状幼体以头胸甲及第五腹节上的刺,胸、腹肢的大小、形状,额角上缘的齿和齿前毛的数目等特征为分期的主要依据。

参 考 文 献

- [1] 王绪娥,1987. 脊尾白虾繁殖生物学的初步观察。动物学杂志, 22(1):7~10。
- [2] 刘瑞玉,1955. 中国北部经济虾类。科学出版社。
- [3] 肖化麟,1986. 脊尾白虾人工繁殖的初步研究。甲壳动物学论文集, 1:339~340。
- [4] 罗会明、黄厚哲,1980. 脊尾白虾幼体对饵料的摄食与吸收。厦门大学学报(自然科学版), 19(4):100~107。
- [5] 张建森、孙小异,1977. 长江中下游六种淡水虾幼体发育的研究。动物学报, 25(2):143~153。
- [6] 施元祥、冯钱兴,1987. 脊尾白虾人工育苗试验。海洋渔业, 9(2):73~74。
- [7] Liu, J. Y., 1949. On a freshwater prawn, *Leander modestus* Heller, and its larval development. *Contr. Inst. Zool., Nat. Acad. Peiping*. 5(5): 171~189, fig. 1. pls. 18~21.
- [8] Shen, C. J., 1939. The larval development of some Peiping *Caridea*. *Nat. Univ. Peking Ann. Pap.*, 40:169~201.

THE LARVAL DEVELOPMENT OF *EXOPALAEEMON* *CARINICAUDA* (HOLTHUIS)

Liang Xiangqiu, Li Yajuan and Zhou Zhaoman

(Shanghai Fisheries University)

ABSTRACT This paper describes the larval development of *Exopalaemon carinicauda*. This species distributes widely in the coastal provinces of China, and it is commercial importance in the locality. The prawn lives in the most part of estuaries and shallow sea. Under 22°C it takes about 12 days for larvae to accomplish their metamorphosis to postlarval stage. The whole process of larval development may be divided into six zoeal stages.

The first zoeal stage: Rostrum is developed, the carapace is without spines. The eyestalk is short and fused with carapace. Abdomen is 6 segmented, the 6th segment is fused with fanshaped telson.

The second zoeal stage: The carapace has supra-orbital spines and pterygostomian spines. The eye stalk is long and movable. The 5th abdominal segment of the postero-ventral angle has a large spine on each side. The 3rd and 4th pereopods are biramous rudiment. The bud of the uropod may be seen.

The third zoeal stage: The carapace has branchiostegal spines. The abdomen is 7 segmented, the 6th segment is separated with telson. The uropod is biramous.

The fourth zoeal stage: The dorsal border of the rostrum has a tooth. The 3rd and 4th pereopods are segmented. The pleopods are biramous.

The fifth zoeal stage: The dorsal tooth of the rostrum in the front bears a seta. The 1st and 2nd pereopods are distinctly chelae. The endopods of the 2nd to 5th pleopods bear an appendix interna

The sixth zoeal stage: The dorsal tooth of the rostrum in the front bears 2 setae. The distal end of the telson bears 4 pairs of spines.

The postlarval stage: The dorsal border of the rostrum bears 5~6 teeth and 1~2 teeth on the ventral. The carapace has antennal spines and branchiostegal spines.

KEYWORDS white shrimp, *Exopalaemon carinicauda* (Holthuis), zoea, postlarvae, moult, metamorphosis