

龟足的幼虫发育

邱文仁 林 岗 齐秋贞

(福建师范大学生物系 福州 350007)

摘要 龟足 (*Pollicipes mitella*) 幼虫发育经 6 期无节幼虫和一期金星幼虫。从无节幼虫孵出至金星幼虫出现约需 10—14 天(水温 29—32℃, 盐度 33.9—36.5‰, 扁藻为饵料)。无节幼虫以不分叶的铲形唇和 IV—VI 期粗长的背甲刺有别于其它蔓足类幼虫。借背甲形态、唇、腹突刺的数目、第一触角刚毛式可鉴别各期幼虫。

关键词 龟足, 幼虫发育

龟足 *Pollicipes mitella* (Linnaeus, 1758) 是热带及亚热带海滨动物, 在我国仅分布于长江口以南, 海浪剧烈冲击的暴露型岩相海岸高、中潮区, 常楔入并固着于海水清澈的岩石隙缝中密集, 丛生^[1,2]。隶属于蔓足亚纲 Cirripedia 铠茗荷科 Scalpellidae 龟足属 (*Pollicipes*)。其体分为头状部和柄部, 柄部肌肉质, 肉嫩味鲜, 有佐酒、趣食价值。研究龟足的繁殖生物学, 不仅对研究岩相海岸生态学有较大的学术意义, 而且对这种潜在资源的合理开发也有实用价值。

国内外对无柄蔓足类(如藤壶等)的生态学、生活史报导颇多^[3-9], 但对有柄蔓足类(如龟足等)研究较少^[10]; 我国对本种幼虫发育研究仍属空白。本文认真观察和详细描述幼虫形态及发育过程, 为今后进行人工增殖提供基础资料和实用技术。

1 材料与方 法

亲体采自福建省连江县筱埕乡定海海区的岩岸中、高潮区荫蔽处。从亲体外套腔中剖取褐色的成熟卵块, 置于 1000ml 烧杯, 加海水 800 ml, 在黑暗条件下充气孵化。吸取趋光性强, 活泼的一期无节幼虫于 250ml 烧杯、水量 200ml, 在黑暗、温度 29—32℃、盐度 33.9—36.5‰条件下以扁藻 (*Plasymonas* sp.) 为饵料

进行培养(与繁殖期海区自然水温、盐度相同)。为防止饵料下沉, 每天光照两次, 每次 0.5—1 小时, 光强小于 1500Lux。每天清污, 隔天换水一次。

幼虫分期的确定采用 5ml 锥形瓶单个培养无节幼虫, 每次蜕皮均可在瓶中找到, 依蜕皮数推算发育期。

每天观察每杯 10 个以上幼虫的发育期、胃肠饱满度、活动、趋光性等情况, 统计杯中各期幼虫所占比例, 测量幼虫体长、体宽、背甲长。

实验用海水均当天取自海区, 经双层定性滤纸及砂芯漏斗(孔径 20—30μm) 过滤。幼虫形态采用相差显微镜观察; 用 Olympus BH 光学显微镜拍照; 绘图采用 Olympus 显微绘图仪 (NFK 4.5x)。

2 结 果

幼虫发育要经过 6 期无节幼虫 (图 A 1—6) 和一期金星幼虫 (图 A 8)。

2.1 幼虫的发育速度与大小 (见表 1)。

2.2 幼体形态

2.2.1 无节幼虫 (nauplius)

外形 (图 B)

I 期无节幼虫呈倒梨状, 侧额角向体后稍弯, 与体轴交角约 45°; II 期体长增加近一倍, 侧额角左右平展, 与体轴垂直; III 期至 VI 期

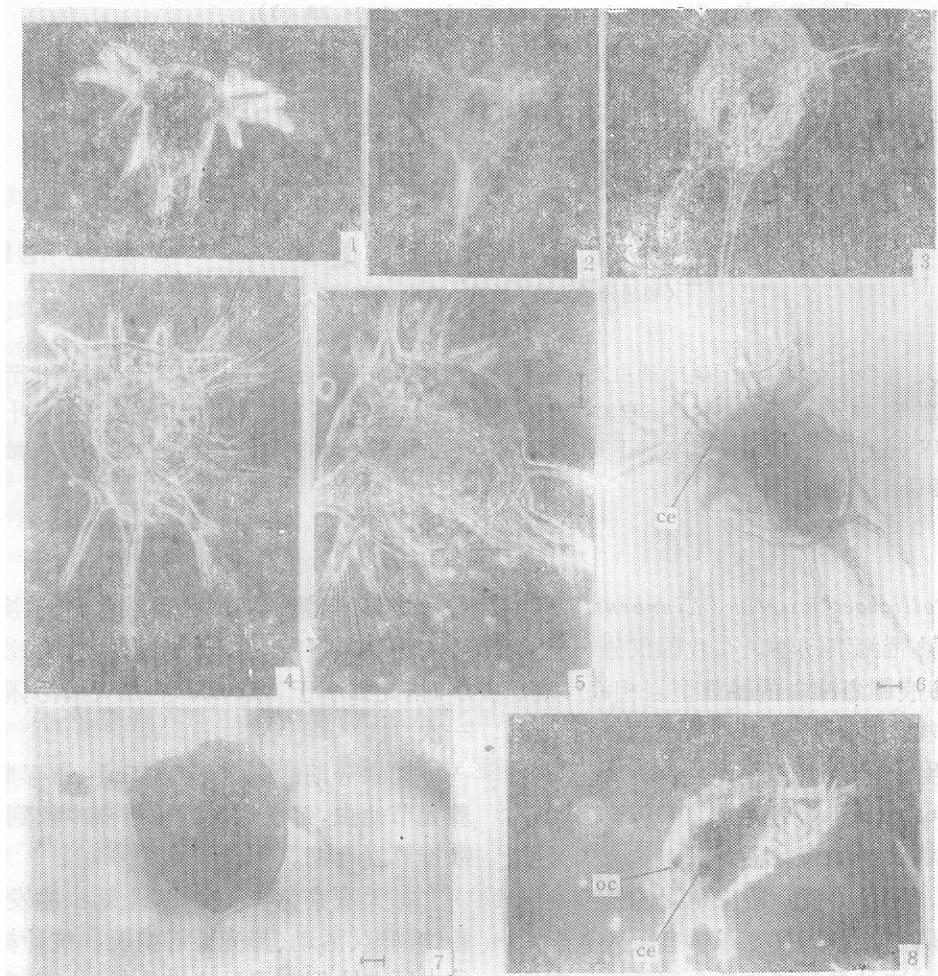


图 A: 1 I 期无节幼虫 (10×10); 2 II 期无节幼虫 (10×10); 3 III 期无节幼虫 (10×10); 4 IV 期无节幼虫 (10×10); 5 V 期无节幼虫 (10×12.5); 6 VI 期无节幼虫 (10×10); 7 VI 期无节幼虫 (10×10) 可见金星幼虫雏形; 8 金星幼虫 (10×10)

ce: 复眼; oc 单眼; 一标尺长均为 50μm

表 1 龟足幼虫发育时间及大小

| 发育期 | | 出现时间 (天) | 体长 (μm) | | 背甲长 (μm) | | 体宽 (μm) | |
|------------------|-----|-------------|---------|-----|----------|-----|---------|-----|
| | | | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 |
| 无 节 幼 体 | I | 0 | 228—289 | 252 | | | 122—167 | 141 |
| | II | 1.5—10 小时 | 448—479 | 469 | | | 205—220 | 214 |
| | III | 2.3—3 | 532—570 | 555 | | | 228—258 | 242 |
| | IV | 3—4 | 616—654 | 633 | 271—289 | 279 | 266—277 | 274 |
| | V | 4—5.5 | 699—730 | 717 | 319—362 | 336 | 312—334 | 330 |
| | VI | 6—7 | 806—836 | 823 | 398—426 | 418 | 380—403 | 385 |
| 金星幼虫 (Cy) | | 10—14 | 403—499 | 438 | | | 175—198 | 187 |

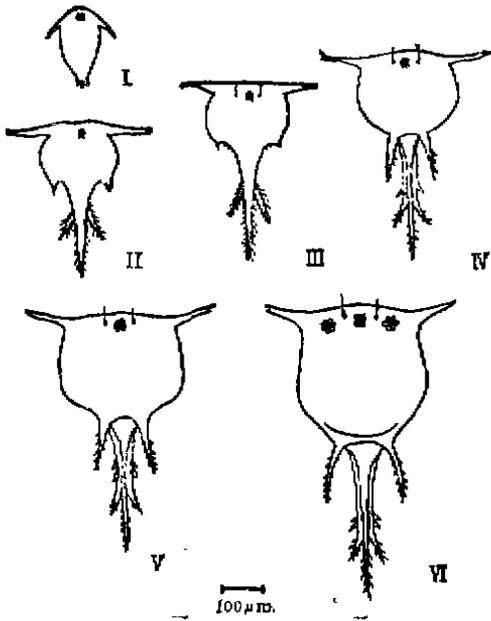


图 B 1—VI 期无节幼虫的外形

体渐增大，侧额角略向前弯。II 期甲壳背侧角后缘各有一枚刺约 $30\mu\text{m}$ ；IV 至 VI 期背甲出现后缘与尾刺界限分清，各具一对粗长的背甲刺，上布细刺；IV，V 期背甲长、宽近相等；VI 期长大于宽。I 至 VI 期额背中央各具一单眼，至 VI 期出现后的 2—4 天，在单眼两

侧有一对复眼出现；I 期无额丝，II 至 VI 期具额丝一对。I 期尾突不发达，II 至 VI 期尾突伸长成尾刺。

上唇(图 C)

上唇位于腹面第二、三对附肢内侧，呈铲状。I 期幼虫唇具一枚明显的中央齿和 2 对小的侧齿，唇上无细触毛，尚未摄食。II 期中央齿大，2 对侧齿长，唇两侧缘内侧有两排细齿，中央齿与侧齿之间及唇下缘多细触毛，开始摄食。

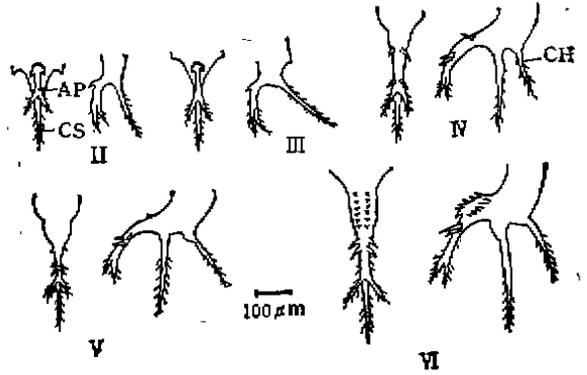


图 D II—VI 期无节幼虫腹突腹面观、侧面观

AP—腹突，CH—背甲刺，CS—尾刺

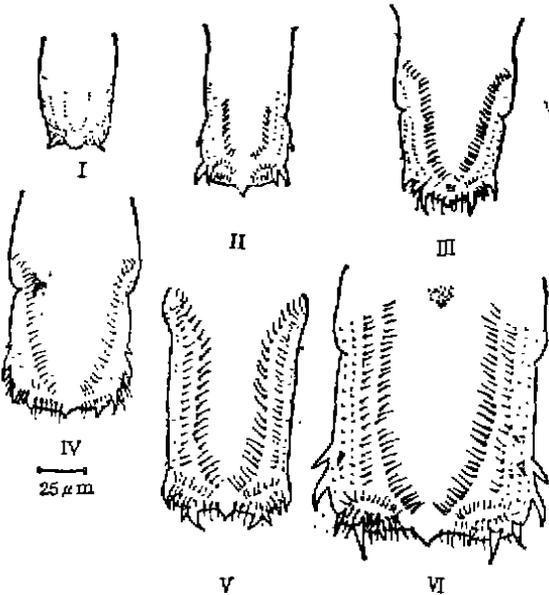


图 C 1—VI 期无节幼虫唇

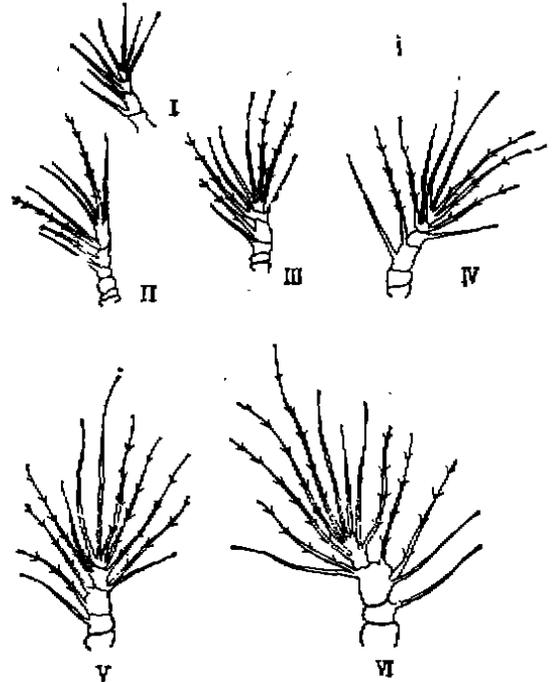


图 E 1—VI 期无节幼虫第一触角

III 期唇伸长,中央齿缩短,侧齿 3 对,外侧齿较粗大,中间一对小。IV 期唇加宽,中央齿短,侧齿 4 对,其中 3 对较长,1 对较短,唇缘内侧具细齿、触毛多列。V 期唇宽大,侧齿 5 对,位于唇下缘的 4 对较长,靠近中央齿的一对最粗大;唇下缘内侧触毛长,内侧缘具刚毛、细齿多列。VI 期唇与其它各期相比为最大,侧齿仍 5 对,但唇两侧缘出现多对小刺。

腹突(见图 D)

I 期腹突不明显。II 期腹突发达,基部膨大,末端渐细,约为尾刺的 2/3 长,主干基部有一对大刺。III 期腹突末端上翘,主干基部的一

对大刺旁有一圈细刺。IV 期腹突伸长,但仍短于尾刺,在主干末端近分叉处有一对大刺,其与基部之间有若干细刺。V 期主干末端有 2 对大刺。VI 期进一步延长,但略短于尾刺,前部膨大有 6 对成两行排列的刺。

附肢

各期无节幼虫均有 3 对附肢,即第一触角、第二触角、和大颚。第一触角单肢型,第二触角、大颚为双肢型。3 对附肢上均有刚毛且在各发育期其数目和形态都有不同。(见图 E、F,表 2)。

表 2 龟足无节幼虫刚毛式

| 发育期 | 第一触角 | 第二触角 | | 大 颚 | |
|-----|---|--|----|---|----|
| | | 外肢 | 内肢 | 外肢 | 内肢 |
| I | 0:4:2:1:1 sSSs;SS:S:S | 0:1:4-0:3:2:2:1:G S:4S-2Ss:2S:SF:FG | | 0:1:3-0:3:2:2:1:G S:3S-3S:2S:2S:SG | |
| II | 0:4:2:1:1 SPSS:SP:P:S | 0:2:5-0:3:2:2:1:G SP:4PS-2PS:2S:2F:FG | | 0:1:3-0:4:2:3:2:G P:3P-4S:SP:D:CD:DDG | |
| III | 1:4:2:1:1 S:PPSS:SP:P:S | 0:2:5-0:3:2:2:3:G P'P:5P-3P:2S:2F:SFHG | | 0:1:4-0:4:3:3:2:G P':3Ps-4S:SPS:D:CD:DDG | |
| IV | 1:1:4:2:1:1 S:P:PPSS:SP:P:S | 0:2:7-0:5:2:3:3:G P'P:7P-PPsPP:2P:FSF:PFHG | | 0:1:4-0:5:3:3:2:G P':4P-SSsSS:SPP:D:CD:DDG | |
| V | 1:1:1:4:2:1:1 S:P:P:PPSS:SP:P:P:S | 0:3:8-0:5:3:3:3:G P'2P:7Pp-PPsPP:2Pp:FPF:PFHG | | 0:1:5-0:5:3:3:2:G P'5P-5S:SPP:D:CD:DDG | |
| VI | 1:1:1:4:2:1:2:1 S:P:P:PPSS:SP:P:PS:S | 0:4:8-0:5:3:3:3:G P'3P:8P-PPsPP:3P:3F:PFHG | | 0:1:5-0:5:4:3:3:G P':5P-5S:SsPP:D:CD:DPDG | |

注: (0:4:2:1:1)按 Basside 标示法。(SPSS:sp:p:s)按 Newman 1965 标示法
 S = 简单刚毛, s < 1/2S, P = 羽毛状刚毛, p < 1/2P, D = 密羽毛状刚毛
 C = 栉状刚毛, F = 正羽状刚毛, H = 鬃状刚毛, G = 颧基,
 P' = 仅基部外侧有细纤毛

第一触角刚毛数随发育而增加,并趋向复杂。I 期刚毛式为 0:4:2:1:1,无轴前刚毛,只有简单刚毛(S);II 期开始出现羽状刚毛(P);III 期有一根轴前刚毛;IV 期增加一根轴前刚毛;V 期、VI 期除又多一根轴前刚毛外,还分别增加一根、二根轴后刚毛。从 V 期开始第一

触角第三节略膨大,VI 期明显膨大呈钟状,以后变成金星幼虫附着盘。第二触角大颚的刚毛数也随幼虫发育而不同。

总之,依据外形、唇齿、腹突刺的数目及第一触角的的不同可将各期幼虫加以区分。

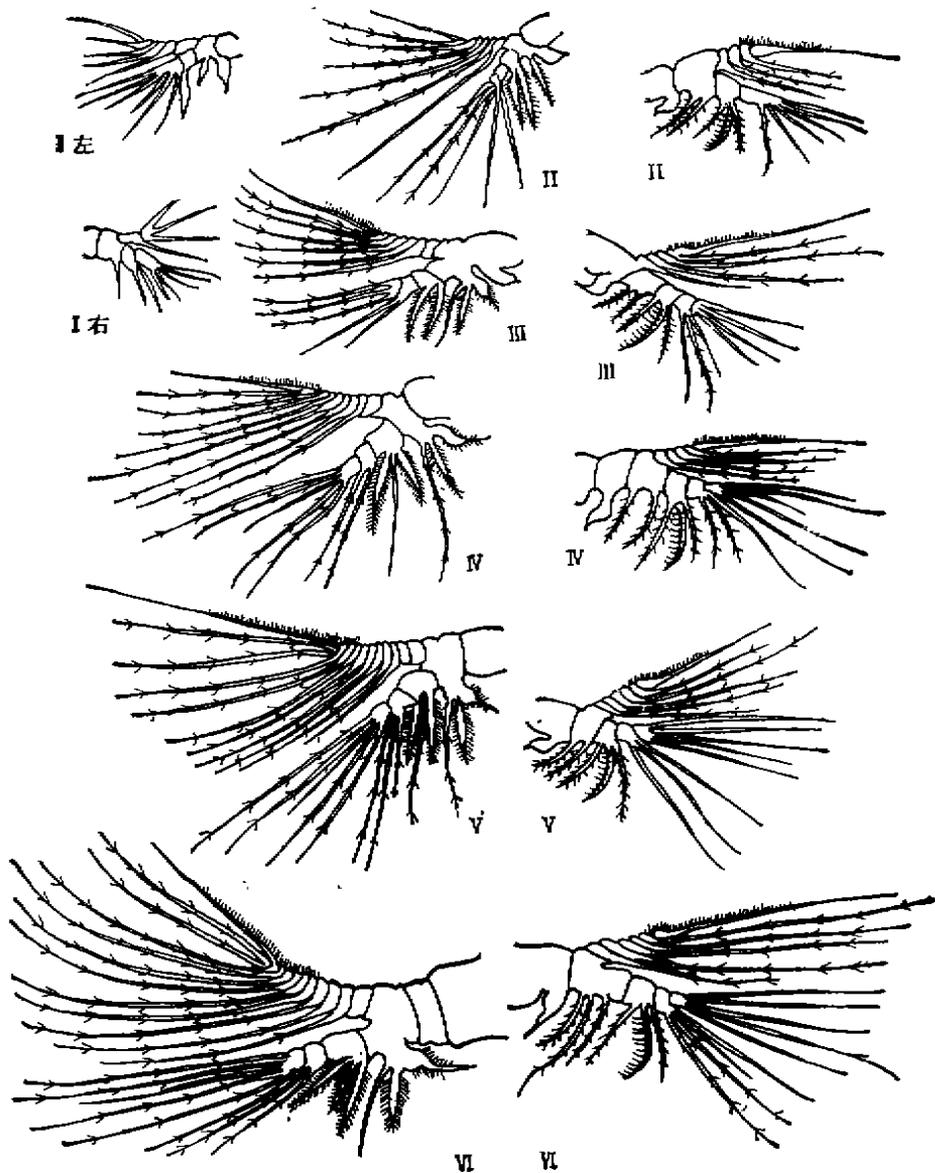


图 F I—VI 期无节幼虫第二触角(左),大颚(右)

无节幼虫分期检索表

- 1(2) 体呈倒梨形,腹突、尾突不明显。.....I 期
- 2(1) 体不呈倒梨形,腹突、尾突长。
- 3(6) 不具粗长背甲刺
- 4(5) 甲壳背侧缘有两枚大刺,长约 30 μ m,第一触角刚毛式为 0:4:2:1:1,无轴前刚毛。.....II 期
- 5(4) 甲壳背侧缘有两枚小刺,短于 10 μ m,并见若干细齿。第一触角刚毛式为 1:4:2:1:1。.....III 期
- 6(3) 具粗长背甲刺,上被小齿
- 7(10) 腹突前部无成二列排列的十二个齿。第一触角第三节不膨大成钟形。
- 8(9) 腹突主干末端具二枚刺,第一触角刚毛式为 1:1:4:2:1:1。.....IV 期
- 9(8) 腹突主干末端具四枚刺,第一触角刚毛式为 1:1:1:4:2:1:1:1.....V 期

10.7) 腹突前部膨大,有成两列排列的十二个刺。第一触角第三节膨大成钟形。.....VI 期

2.2.2 金星幼虫 (Cypris 简称 Cy)

VI 期无节幼虫蜕皮后变态成金星幼虫(图 G, b)。虫体桔黄色,有深色纹,略带金属光泽。体侧扁,表面覆盖有几丁质甲壳,上有网格纹(图 G, a)。甲壳缘略向内弯曲。单眼仍存居中央,两侧各有一直径约 30 μ m 的复眼。透过甲壳可见许多直径约 5—10 μ m 的小油球,主要

集中于体前半部及侧缘。原无节幼虫的第一对附肢保留,其余两对退化。第一触角的第三节特化膨大成钟形附着盘,第二节严重退化。体后部有 6 对游泳肢和一对尾肢。幼虫能在水中做盘旋状或间歇性游动。金星幼虫用附着盘粘附在合适的基质上变态成龟足幼体而进入附着方式的生活。

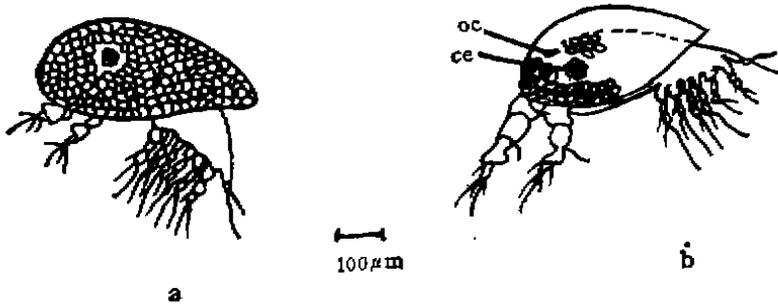


图 G 金星幼虫外形

a 示甲壳; b 侧面观 oc—单眼, ce—复眼

表 3 十四种蔓足类无节幼虫背甲形态比较

| 种 类 | 背 甲 刺 | | | 甲 壳 刺 | | 作 者 |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|-------------------------------------|-------------|------------------------|
| | IV | V | VI | II—III | IV—VI | |
| <i>Balanus amphitrite amphitrite</i> | 35 | 35 | 15 | 两侧各一小刺 | 无 | Karande A. A. 1973 |
| <i>B. pariegatus</i> | 35 | 50 | 45 | 两侧缘尾突基部有不等的小刺 | 有小刺 | Karande A. A. 1973 |
| <i>B. a. euamaryllis</i> | 50 | 70 | * | 外缘有小刺 | VI 有或无 | Karande A. A. 1974 |
| <i>B. sp.</i> | 25 | 25 | 20 | 每侧一枚 | 无 | Barnes H. 1961 |
| <i>B. reticulatus</i> | 25 | 30 | 30 | 每侧 2—多枚 | 无 | 严文侠 1980 |
| <i>B. a. communis</i> | 10 | 10 | 10 | 无 | 无 | 吴尚勤 1963 |
| <i>Loxactistella karanodei</i> | 80 | 85 | 110 | 无 | 无 | Karande A. A. 1974 |
| <i>Chthamalus wickersi</i> | 无 | 无 | 无 | 后侧缘 7—8 枚小刺 | V 期以上无或难辨 | Karande A. A. 1974 |
| <i>Ch. malayensis</i> | 无 | 无 | 无 | 同上 | VI 期部分幼虫有小刺 | Karande A. A. 1974 |
| <i>Ibia cumingi</i> | 50 | 35 | 35 | 无 | 无 | Karande A. A. 1974 |
| <i>Elmintus modestus</i> | 无 | 无 | 16 | 无 | 无 | Kright-Jone E. W. 1949 |
| <i>P. polymerus</i> | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | Lewis 1975 |
| <i>P. spinous</i> | 无 | 无 | 无 | * | 无 | Batham 1945 |
| <i>P. misella</i> | 190 | 198 | 270 | II 侧各一枚大刺(30 μ m) III 两侧小刺多数 | 无 | 本文 |

* 未见记载

3 讨论

龟足的幼虫阶段与其他蔓足类一样也经过 6 期无节幼虫和一期金星幼虫。各期无节幼虫的刚毛式及刚毛出现的顺序与同属的 *P. polymerus* 基本相同^[3]；与布纹藤壶^[3]、网纹藤壶、*Balanus nubilus*、*B. balanus*^[4]、*Elminius modestus*^[5]、*B. amphitrite* *B. variegatus*^[6] 也较相似。

龟足的腹突刺的数目及出现顺序与 *Pollicipes* 及 *Balanus* 属的藤壶基本相似，只在排列方式，位置上有所不同，可能缺乏种的特征。

龟足和 *P. polymerus* 都有不分叶的唇，与其它藤壶的三叶状唇明显不同，有属的特征。

龟足无节幼虫背甲形态与其它种类有很大差异(见表 3)。

IV 期至 VI 期幼虫都具有粗长的背甲刺，且近背甲长的 2/3 上有许多小齿，这与表 4 所列的 5 属 11 种藤壶及同属的 *P. polymerus*、*P. spinosus* 都明显不同。同时 II 期幼虫所具有的一对大的甲刺(长 30 μ m)也都没有在以上几种中出现。因此这是龟足 (*Pollicipes mitella*) 无节幼虫的种的特征。

综上所述，龟足的无节幼虫可以借具有粗

长的、被齿的背甲刺及具有不分叶的唇这两个特征和其它蔓足类无节幼虫区分开。

参 考 文 献

- 1 刘瑞玉,任先秋. 中国近海的蔓足类 VI: 茗荷亚目. 海洋科学集刊, 1985, 25: 179.
- 2 魏崇德、陈永寿等. 浙江动物志, 甲壳动物册. 浙江科技出版社, 1990.
- 3 吴尚勤, 蔡雅儿. 布纹藤壶 (*Balanus amphitrite communis* Darwin) 生活史的研究. 海洋科学集刊, 1963, 4: 103—120.
- 4 严文侠, 陈兴乾. 网纹藤壶的幼虫发育. 南海海洋科学集刊, 1980, 1: 119—124.
- 5 Knight-Jone E. W. On the larval development of *Elminius modestus* Darwin. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 1949, 28: 413—428.
- 6 Egan E. A. Larval development of *Balanus amphitrite* Darwin and *Balanus variegatus* Darwin (Cirripedia: Balanidae) from New South Wales, Australia. *Crustaceana* 1986, 51 (2): 188—207.
- 7 Barnes H. and Barnes M. Studies on the reproduction of cirripedes I. Introduction; copulation, release of oocytes and formation of egg lamellae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1977, 27: 195—218.
- 8 Karande, A. A. larval development of *Balanus amphitrite amphitrite* D. reared in the laboratory. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect B.* 1973, 77: 56—63.
- 9 Karande A. A. Larval development of the barnacle *Tetraclitella Karandei* reared in the laboratory. *biol. Bull.* 1974, 145: 249—257.
- 10 Lewis C. A. Development of the gooseneck barnacle *Pollicipes polymerus* (Cirripedia: Lepadomorpha): Fertilization through settlement. *Mar. Biol.* 1975, 32: 141—153.

LARVAL DEVELOPMENT OF *POLLICIPES MITELLA* (CIRRIPEDIA: SCAPELLIDAE)

QIU Wenren LIN Gang QI Qiuzheng

(Department of Biology, Fujian Normal University Fuzhou 350007)

ABSTRACT There are totally six nauplius stages and a cypris in the larval development of *Pollicipes mitella*. It takes 10—14 days from the hatching nauplius larva to the emergence of cypris stage at a water temperature of 29—32°C and a salinity of 33.9—36.5‰. The nauplius larva of the species may be distinguished from those of other cirripedes by the unlobed labrum and the large spines on the carapace of IV—VI stages of larvae. A key to the different stages of nauplius larvae of the species is given in Chinese text based on the characters of carapace, labrum, first antenna and ventral process of body.

Key words *Pollicipes mitella*, Larval development