

文章编号: 1000-0615(2006)01-0042-08

## 眼斑猛虾蛄幼体的发育

郑雅友, 李正良, 杨章武, 郑养福, 蔡英明, 何海东  
(福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

**摘要:** 通过对眼斑猛虾蛄(*Harpisquilla annandalei*) 幼体各发育期的连续取样, 在显微镜或解剖镜下系统地观察各发育期的形态变化及生长特征并描图。眼斑猛虾蛄假蚤状幼体经 11 次蜕皮, 在水温 24~27 °C, 盐度 25.4~29.0 的条件下, 历时 49 d, 发育变态成仔虾蛄; 第 iv 期假蚤状幼体(Z<sub>1</sub>) 体长 1.75~1.83 mm, 头部有一长额角, 头胸甲形状似龟壳, 有 1 对腹侧齿, 四角有刺, 后部中间有一较长棘刺; 第 v 期头胸甲形状渐变成梯形, 腹侧齿 5 对, 第一触角中鞭萌芽, 第二触角内肢发育呈短芽状, 第 ①期头胸甲左右两侧边缘开始渐向下弯卷; 第 ②期(Z<sub>11</sub>) 体长 15.10~17.20 mm, 第二触角内肢发育成鞭状且分为 14~16 节, 尾肢外肢 2 节, 内肢 1 节; iv 期仔虾蛄体长 14.50~16.10 mm, 长额角消失, 头胸甲形状仍为梯形, 但光滑无腹侧齿, 前侧角圆形, 后侧角有二个缺角, 这是该种的特征, 后部中间棘刺消失, 头胸甲占体长的比例明显缩小, 形似成体虾蛄。眼斑猛虾蛄的幼体与黑斑口虾蛄的幼体的形态存在一定差异, 主要表现在头胸甲与体长的比例, 头胸甲的长宽比及第二触鳞片刚毛数和尾节的侧小齿、中间小齿和亚中间小齿的齿数。

**关键词:** 眼斑猛虾蛄; 假蚤状幼体; 形态发育

中图分类号: Q959.223. + 62; S917 文献标识码: A

## The larval development of *Harpisquilla annandalei*

ZHENG Ya-you, LI Zheng-liang, YANG Zhang-wu, ZHENG Yang-fu, CAI Ying-ming, HE Hai-dong  
(Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361012, China)

**Abstract:** Based on the continuous samples of the larvae development of *Harpisquilla annandalei* Kemp, the morphology and the development features were observed under microscope and dissecting microscope and their pictures were drawn. The result showed that after experiencing 11 molts at water temperature 24–27 °C and salinity 25.4–29.0, the pseudozoa of *H. annandalei* metamorphose into juvenile squilla and this process takes 49 days to complete. The body length at pseudozoa iv is 1.75–1.83 mm. Its head has a long rostrum. The shape of the carapace with one pair of ventral teeth in edge, a spine in each comers and a long spine in the middle of retral part is similar to a turtle shell. At pseudozoa stage v, the carapace with 5 pairs of lateral abdomen teeth in edge gradually developed, and then looks like a trapezium. The mesial flagellum bud appears on the first antenna and the endopodite in the second antenna develops into a short bud. The telson appendage presents when the larva develops into pseudozoa X. The two edges of carapace begin to bend and cover downwards when the larva is pseudozoa ①. At pseudozoa ② its body length is 15.10–17.20 mm. The endopodite in the second antenna develops and become a long flagellum divided into 14–16 segments. The exopodite of telson has 2 segments and the endopodite has 1 segment. The body length of juvenile squilla at stage iv is 14.5–16.10 mm. The long rostrum disappears and the carapace is still in trapezium shape while smooth and without ventral teeth. Its anterior cornu is rounded and its posterior cornu has two nicks which are the distinguishing feature for this species. Then the mid spines in the retral carapace disappear. The rate of carapace length compared to body length decreases obviously. The larvae in this stage look like a miniature adult squilla. The larval morpha of *H. annandalei* has some differences from those of *O. kemp* and *O. oratoria*. The

收稿日期: 2005-03-07

资助项目: 福建省海洋与渔业局资助项目(闽海渔科0314号)

作者简介: 郑雅友(1962-), 男, 福建厦门人, 助理研究员, 从事海水蟹、养殖研究。Tel: 0592-2063435, E-mail: k811@tom.com

differences can be identified by the rate of the carapace length compared to the body length, the rate between the length and width of carapace, the scale seta numbers in the second antenna and the lateral, mid, sub-mid tooth numbers in the telson.

**Key words:** *Harpisquilla annandalei*; pseudozoea larvae; morphological development

眼斑猛虾蛄(*Harpisquilla annandalei*) 隶属于甲壳纲(Crustacea)、口足目(Stomatopoda)、虾蛄总科(Squilloidea)、猛虾蛄科(Harpisquillidae)、缺角虾蛄属(*Harpisquilla*), 因其捕肢特别长俗称长脚虾蛄, 眼斑猛虾蛄个大味美, 在食用虾蛄类市场中是价格最高的种, 因其自然分布少, 产量低, 市场供不应求。有关虾蛄类的研究, 日本开展得比较早, 曾先后报道了口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*) 幼体的发育、生态学、苗种生产、生殖周期等<sup>[1-5]</sup>, 国内梅文骧等<sup>[6]</sup>、王波等<sup>[7]</sup>报道了虾蛄生物学、生态学特点及开发利用, 孙丕喜等<sup>[8]</sup>、蒋霞敏等<sup>[9]</sup>、王春琳等<sup>[10]</sup>先后报道了虾蛄人工育苗, 上述研究的虾蛄隶属于虾蛄科、口虾蛄属的口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*) 和黑斑口虾蛄(*Oratosquilla kempii*)。有关眼斑猛虾蛄的研究尚未见报道, 作者在人工条件下, 成功进行了眼斑猛虾蛄的产卵、抱卵孵化、幼体培育等试验, 对眼斑猛虾蛄幼体发育过程的形态特征及生长情况进行研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

实验用亲虾蛄由农贸市场购进, 体长 147~188 mm、体重 45.0~82.4 g 有性腺发育的雌虾蛄 317 尾, 从 2004 年 7 月 22 日开始收购, 眼斑猛虾蛄的繁殖季节在每年的 6 月下旬至 9 月下旬。

### 1.2 实验方法

**亲虾蛄的培育** 室内水泥池, 面积 80 m<sup>2</sup>, 池底铺设潮间带泥沙质海泥 300 mm, 水深 1.2 m。亲虾蛄放入培育池后自行挖成洞穴, 培育水温 27~28 °C, 盐度 25.4~29.0, 每日傍晚投喂小杂鱼一次, 投饵量为亲虾蛄体重的 5%~10%, 酌情增减, 次日将残饵捞出。

**幼体的培育** 假蚤状幼体先在 1.4 m × 1 m × 0.7 m 水泥池培育, 培育 20 d 后(第 v 期)移入池底铺设潮间带泥沙质海泥 100 mm 的 1.4 m × 1 m × 0.7 m 水泥池继续培育至变态成仔虾蛄; iv~v 期幼体培育水温 26~27 °C, x~(ii)期幼体培育水温 24~25 °C, (iii)期幼体~iv 期仔虾蛄培育水温 26 °C(温控), 海水盐度 25.4~29.0, 开口饵

料投喂轮虫和卤虫无节幼体, 7 d(⑤~v 期)后投喂卤虫无节幼体和枝角类, 13 d 后(v~仔虾蛄 iv)投喂卤虫无节幼体、枝角类和用藻类培养的卤虫成体; 培育 3 d 后开始换水, 每日换水量 30%~40%, 并添加亚心形扁藻(*Platymonas subcordiformis*)和牟氏角毛藻(*Chaetoceros muelleri*), 充气头 3 个, 前期微充气, 后期气量逐渐增大。

**观察和测量** 从假蚤状幼体开始, 每天取样观察, 对不同发育期的幼体在显微镜或解剖镜下测量各形态特征参数并描图, 每次测量 10 个样本。体长(body length, BL): 从眼柄基部至尾节 V 字形凹陷处的长度; 头胸甲长(carapace length, CL): 从眼柄基部至头胸甲末端的长度; 头胸甲宽(M): 头胸甲最宽处的两端距离。

## 2 结果

### 2.1 产卵孵化

亲虾蛄培育 7 d 后开始出现产卵, 产卵时亲虾蛄侧卧, 只有 1~5 腹肢在不停地动, 其他附肢基本不动, 产出的卵堆积成不定形的团状, 有一定的粘性, 产卵过程近 3 h, 卵团呈桔黄色, 卵径 454~493 μm, 然后虾蛄用第 1、3、4、5 胸肢将卵块整理成紧凑的球状, 随后继续用第 1、3、4、5 胸肢的指状肢交替伸展和旋转卵块, 将卵块梳理成薄盘状, 盘径 100~120 mm, 粘性减弱, 整个过程约 24 h, 之后虾蛄用第 1、3、4、5 胸肢交替推出、收回、伸开、抱住卵块不间断地进行护理孵化, 受精卵颜色逐渐变浅, 后期呈半透明状, 在卵产出约 12~13 d 后, 孵出假蚤状幼体, 幼体出膜 2 d 后具趋光性, 用光诱集后用抄网捞出在幼体培育池中培育。

### 2.2 幼体发育

眼斑猛虾蛄假蚤状幼体每个发育期蜕皮一次, 刚出膜的幼体称第 iv 期假蚤状幼体(Z<sub>1</sub>), 蜕皮后称第 (i) 期假蚤状幼体(Z<sub>2</sub>), 从幼体孵出开始, 经 11 次蜕皮, 即 11 个假蚤状幼体期变态成仔虾蛄。

**第 iv 期假蚤状幼体** 刚孵化出膜的幼体, 头部有一长额角和 1 对有柄的复眼, 复眼有许多小眼, 二个眼柄一左一右在同一水平线上; 体长在 1.75~1.83 mm, 平均 1.79 mm; 头胸甲形状象鱼

壳,四角上有刺,前二角刺较后二角刺短小,后角刺上各长一个小刺,头胸甲的后部中间有一较长的棘刺,有1对腹侧齿,头胸甲长0.70~0.74 mm,平均0.72 mm;最大宽度在腹侧齿处,宽0.49~0.53 mm,平均0.51 mm(自然伸展宽度,下同);头胸甲前部有卵黄。第1触角基节2节,内鞭1节有3根刚毛,外鞭毛顶部1簇2根刚毛(简记:1/2,下同);第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具7根羽状刚毛;第2胸肢(捕肢)已明显分为座节、长节、碗节、掌节和指节,但软弱无力;具第1、2、3、4腹肢;尾节的侧小齿(单侧,下同)、中间小齿(单侧,下同)、亚中间小齿数为0+4+12(11~13)(两侧,下同),尾节花纹非常清晰简单;尾肢未出现;体呈透明玻璃状,在洞穴周围游动,身体柔弱,不摄食(图版-a)。

第④期假蚤状幼体 出膜后1~2 d,复眼有更多小眼,卵黄减少,体长2.12~2.18 mm,平均2.15 mm;头胸甲形状同Z<sub>1</sub>相似,有2对腹侧齿,头胸甲长0.83~0.91 mm,平均0.87 mm,最大宽度在较长一对腹侧齿处,宽0.59~0.69 mm,平均0.64 mm;第1触角基节3节,内鞭1节有3根刚毛,外鞭顶部有刚毛3(2~3)/(1~3);第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具7~8根羽状刚毛;第2胸肢掌节有1个稍大的近基刺突和1个大近基齿和9~10似齿状未成熟齿,尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为0+4+13(13~14),尾节花纹清晰简单;尾肢未出现;活动能力增强,不趋光,在水底层游动,不摄食(图版-b)。

第⑤期假蚤状幼体 出膜后3~6 d,卵黄消失,消化道已通,体长2.38~2.65 mm,平均2.52 mm,头胸甲形状同Z<sub>1</sub>相似,有3对腹侧齿,头胸甲长0.79~1.25 mm,平均1.02 mm,最大宽度在最长的一对腹侧齿处,宽0.72~0.98 mm,平均0.85 mm;第1触角同Z<sub>2</sub>,第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具9根刚毛,第2胸肢的掌节有1个近基刺突、1个大的近基齿、7~9小齿和9~12似齿状未成熟齿(分布在小齿间,下同);尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为0+4+13(13~14),尾节花纹清晰简单;尾肢未出现;身体呈透明玻璃状,趋光性强,在水中上层游泳,开口摄食,能摄取轮虫、刚孵出的卤虫无节幼体(图版-c)。

第⑥期假蚤状幼体 出膜后7~9 d,体长

2.71~3.25 mm,平均2.98 mm,头胸甲形状同Z<sub>1</sub>相似,有4对腹侧齿,头胸甲长1.15~1.36 mm,平均1.26 mm,最大宽度仍在最长的一对腹侧齿处,宽0.89~1.10 mm,平均1.00 mm;第1触角基节3节,内鞭2节有4根刚毛,外鞭刚毛3(2~3)/2~3;第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具9根刚毛;第2胸肢的掌节有1个近基刺突、2个大的近基齿、8~9小齿和9~11似齿状未成熟齿;第5腹肢出现,呈细小单肢芽状;尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为0+6+14(13~14);尾肢未出现;身体呈透明玻璃状,趋光性强,在水中上层游泳,常上浮聚集在光线强的角落,食性同Z<sub>3</sub>(图版-d)。

第⑨期假蚤状幼体 出膜后10~15 d,体长3.96~4.63 mm,平均4.30 mm;头胸甲后部稍变宽,有5对腹侧齿,头胸甲长1.62~2.28 mm,平均1.95 mm,最大宽度仍在最长的一对腹侧齿处,宽1.50~1.62 mm,平均1.56 mm;第1触角基节3节,内鞭2节,近基节的一节有2根刚毛,末节有4根刚毛,外鞭刚毛4(3~4)/2~3;第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具12~15根刚毛,内肢萌芽;第2胸肢的掌节有1个近基刺突、3个大的近基齿、9~11小齿和10~12似齿状未成熟齿;第5腹肢呈单肢芽状;腹节后侧的角变尖,尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为0+6+14(13~14),尾节花纹清晰简单;尾肢未出现;身体呈透明玻璃状,稍坚硬,用手捏有刺感,趋光性强,在水中上层游泳,常上浮聚集在光线强的角落,能摄取轮虫、刚孵出的卤虫无节幼体、枝角类(图版-e)。

第Ⅴ期假蚤状幼体 出膜后16~22 d,体长5.57~7.45 mm,平均6.51 mm;头胸甲后部变宽呈梯形状,有5对腹侧齿,头胸甲长2.38~3.63 mm,平均3.01 mm,宽1.81~2.75 mm,平均2.28 mm;第1触角基节3节,内鞭2~3节,中鞭萌芽,外鞭刚毛4(3~4)/2~3;第2触角基节2节,外肢鳞片边缘具15~17根刚毛,内肢发育短芽状;第2胸肢的掌节有1个近基刺突、3个大的近基齿、10~12小齿和12~15似齿状未成熟齿,第3、4胸肢出现细小芽状,第5胸肢极微小或无;第5腹肢细小双肢芽状;尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为0+8(左)~9(右)+25~28(中间小齿的左右齿数有的相同,有的相差1齿,下同),尾节花纹仍清晰但花纹已不少;尾肢未出现;身体呈透明玻

璃状, 习性同  $Z_5$ , 外壳用手捏更有刺感, 能摄食卤虫无节幼体、枝角类、成体卤虫(图版-f)。

第 X 期假蚤状幼体 出膜后 23~ 27 d, 体长 6.13~ 8.75 mm, 平均 7.44 mm; 头胸甲似  $Z_6$ , 但后部更宽, 有 6 对腹侧齿, 头胸甲长 3.19~ 4.43 mm, 平均 3.81 mm, 宽 2.75~ 3.81 mm, 平均 3.28 mm; 第 1 触角基节 3 节, 内鞭 3 节, 中鞭 2 节, 外鞭刚毛 5/1~ 4; 第 2 触角基节 2 节, 外肢鳞片边缘具 19~ 23 根刚毛, 内肢发育短芽状; 第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突, 3 个大的近基齿、12~ 14 小齿和 13~ 16 似齿状未成熟齿, 第 3~ 5 胸肢为短芽状; 第 6~ 8 胸肢出现, 第 5 腹肢细小双肢芽状; 尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 11(左)~ 12(右)+ 28~ 32, 尾节花纹非常清晰花纹较多; 尾肢出现呈细小芽状。习性食性同  $Z_6$ (图版-g)。

第 (II) 期假蚤状幼体 出膜后 28~ 33 d, 体长 7.87~ 8.94 mm, 平均 8.40 mm; 头胸甲梯形状, 中间脊已较明显, 有 7 对腹侧齿, 头胸甲长 3.87~ 4.50 mm, 平均 4.18 mm, 边缘向下渐弯卷, 宽 3.13~ 4.43 mm, 平均 3.78 mm; 第 1 触角基节 3 节, 内鞭 4 节, 中鞭 2 节, 外鞭刚毛 5/1~ 4; 第 2 触角基节 2 节, 外肢鳞片边缘具 25~ 29 根刚毛, 内肢发育长成鞭状且分为 2 节; 第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突、3 个大的近基齿、14~ 17 小齿和 14~ 17 似齿状未成熟齿, 第 3~ 5 胸肢变长, 6~ 8 胸肢细小双肢芽状; 第 5 腹肢双肢芽状; 尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 12(左)~ 13(右)+ 37~ 40, 尾节花纹非常清晰, 花纹较多; 尾肢双肢芽状, 第 6 腹节出现 2 个突起于背侧。习性食性同  $Z_6$ (图版-h)。

第 (III) 期假蚤状幼体 出膜后 34~ 38 d, 体长 9.90~ 11.13 mm, 平均 10.52 mm; 头胸甲形状似  $Z_8$ , 有 7 对腹侧齿, 头胸甲长 4.94~ 5.43 mm, 平均 5.18 mm, 边缘进一步向下弯卷, 宽 4.06~ 4.56 mm, 平均 4.31 mm; 第 1 触角基节 3 节, 内鞭 5~ 6 节, 中鞭 4~ 5 节, 外鞭刚毛 5(4~ 5)/2~ 5; 第 2 触角基节 2 节, 外肢鳞片边缘具 33~ 36 根刚毛, 内肢发育长成鞭状且分为 3 节; 第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突、3 个大的近基齿、16~ 18 小齿和 13~ 16 似齿状未成熟齿, 第 3~ 5 胸肢分节隐约可见, 6~ 8 胸肢双肢芽状; 尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 12(左)~ 13(右)+ 43

~ 45, 尾节花纹非常清晰花纹多; 尾肢双肢芽状, 第 6 腹节于背侧的 2 个突起明显; 习性食性同  $Z_6$ (图版-i)。

第 (IV) 期假蚤状幼体 出膜后 39~ 44 d, 体长 13.21~ 14.63 mm, 平均 13.92 mm; 头胸甲形状似  $Z_8$ , 有 7~ 8 对腹侧齿, 头胸甲长 6.25~ 7.17 mm, 平均 6.71 mm, 边缘继续向下弯卷, 宽 5.75~ 5.87 mm, 平均 5.81 mm; 第 1 触角基节 3 节, 内鞭 10~ 11 节, 中鞭 7~ 8 节, 外鞭分节不明显, 刚毛 8~ 10/2~ 3; 第 2 触角基节 2 节, 外肢鳞片边缘具 38~ 45 根刚毛, 内肢发育长成鞭状且分为 6~ 8 节; 第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突、3 个大的近基齿、18~ 21 小齿和 17~ 19 似齿状未成熟齿; 第 3~ 5 胸肢分节, 指状面向前足, 第 6~ 8 胸肢伸长分节; 尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 12(左)~ 13(右)+ 43~ 45, 尾节花纹非常清晰花纹很多; 尾肢双肢芽状, 第 6 腹节于背侧的 2 个突起很明显; 趋光性减弱, 大都在水的中下层游动, 用烧杯打起观察时, 常在水中翻转, 稍有黄褐色体色出现, 复眼色素增加呈鲜绿色, 腹部宽度明显增加, 尾扇明显, 手捏有硬刺感; 食性同  $Z_6$ (图版-j)。

第 (V) 期假蚤状幼体 出膜后 45~ 49 d, 体长 15.10~ 17.20 mm, 平均 16.15 mm; 头胸甲形状似  $Z_8$ , 有 7~ 8 对腹侧齿, 头胸甲长 6.96~ 8.36 mm, 平均 7.66 mm, 边缘更进一部向下弯卷, 宽 5.82~ 6.28 mm, 平均 6.05 mm, 后期二后侧角会向上翻翘; 第 1 触角基节 3 节, 内鞭 12~ 13 节, 中鞭 8~ 10 节, 外鞭分节不明显, 刚毛 8~ 10/2~ 3; 第 2 触角基节 2 节, 外肢鳞片边缘具 47~ 56 根刚毛, 内肢发育长成鞭状且分为 14~ 16 节; 第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突、3 个大的近基齿、26~ 29 小齿和 18~ 21 似齿状未成熟齿, 第 3~ 5 胸肢发达, 掌节及腕节外边缘有许多刚毛, 第 6~ 8 胸肢双肢伸长且分节; 尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 12(左)~ 13(右)+ 43~ 51, 尾节花纹还较清晰花纹繁多; 尾肢外肢分节 2 节, 内肢 1 节; 第 6 腹节于背侧的 2 个突起似  $Z_{10}$ ; 开始有趋地习性, 喜在底部游动, 游泳能力很强, 体呈较浓的黄褐色; 食性同  $Z_6$ (图版-k)。

第 IV 期仔虾蛄 出膜后 50~ 61 d, 体长 14.50~ 16.10 mm, 平均 15.30 mm; 头部尖长的额角消失, 仍具有眼柄的腹眼, 眼柄变短且向前并拢

呈“V”字型,而复眼呈椭圆形,二个复眼构成“八”字型;头胸甲仍为梯形,但光滑无侧刺,前侧角圆形,后侧角有二个缺角,后部中间的棘刺消失,似成体,头胸甲在体长的比例中明显缩小,头胸甲长 3.19~ 3.51 mm,平均 3.35 mm,最大宽度在近后部缺口前,宽 2.96~ 3.48 mm,平均 3.22 mm;第 1 触角基节 3 节,内鞭 36~ 40 节,中鞭 31~ 33 节,外鞭分节明显 22~ 24 节;第 2 触角基节 2 节,外肢鳞片边缘具 63~ 69 根刚毛,内肢发育长成鞭状且分为 17~ 19 节;第 2 胸肢的掌节有 1 个近基刺突,3 个大的近基齿、24~ 31 小齿和 18~ 22 似齿状未成熟齿,指节连末齿具 8 个尖齿;第 3~ 5 胸肢发达,掌节及腕节外边缘有许多刚毛,第 6~ 8 胸肢内外肢有许多刚毛;第 1~ 5 腹肢成叉状,其外肢有丝鳃;尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数为 1+ 11~ 12(左)~ 12~ 13(右) + 22~ 41,尾节花纹很多但不是很清晰透明;尾肢外肢 2 节,内肢 1 节;第 6 腹节于背侧的 2 个突起更明显;刚蜕皮的仔虾呈梅红色,身体柔软,但很快体色就转为淡黄褐色,甲壳也变较坚硬,体长缩短,生活习

性完全改变,不趋光,在泥底打洞穴居,摄食成体卤虫、枝角类、粹鱼肉等(图版-1)。

### 3 讨论

#### 3.1 3种虾蛄幼体形态的区别

眼斑猛虾蛄幼体与黑斑口虾蛄和口虾蛄幼体的形态发育上存在一定的差异,主要表现在数量性状的差异,如表 1、表 2 所示。从表 1 可知,3 种虾蛄的第 2 触角外肢鳞片刚毛数存在一定的差异,蒋霞敏等<sup>[1]</sup>比较了黑斑口虾蛄和口虾蛄 2 种虾蛄第 2 触角外肢鳞片刚毛数的差异,认为这种差异的原因可能是物种的不同,也可能是由于培育条件(水温、饵料等)不同所致。而眼斑猛虾蛄幼体与黑斑口虾蛄和口虾蛄幼体的尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数的差异就比较大,特别是在幼体发育到第 v 期以后更明显,笔者认为物种不同所致;另外,虾蛄幼体的形状也有较显著的差异,主要表现在头胸甲的形状和头胸甲长和体长的比例。

表 1 眼斑猛虾蛄、黑斑口虾蛄和口虾蛄幼体发育形态的区别

Tab. 1 Differences of larval development of *H. amandalei*, *O. kempfi* and *O. oratoria*

幼体发育期 larva stages	第 2 触角鳞片刚毛数 seta numbers of the 2nd antenna			尾节的侧小齿、中间小齿、亚中间小齿数 lateral, mid, sub-mid tooth numbers		
	眼斑猛虾蛄 <i>H. amandalei</i>	黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	眼斑猛虾蛄 <i>H. amandalei</i>	黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>
Z <sub>1</sub>	7	7	7	0+ 4+ 11~ 13	0+ 3+ 11	0+ 4+ 11~ 13
Z <sub>2</sub>	7~ 8	7~ 8	8	0+ 4+ 13~ 14	0+ 3+ 11~ 13	0+ 4+ 13~ 14
Z <sub>3</sub>	9	9	9	0+ 4+ 13~ 14	0+ 3~ 4+ 11~ 13	0+ 4+ 1214
Z <sub>4</sub>	9	9~ 10	9	0+ 6+ 13~ 14	0+ 3~ 4+ 12~ 14	0+ 4+ 12~ 14
Z <sub>5</sub>	12~ 15	11~ 14	11	0+ 6+ 13~ 14	0+ 4~ 5+ 14~ 16	0+ 5+ 13
Z <sub>6</sub>	15~ 17	15~ 18	14~ 17	0+ 8(左)~ 9(右)+ 25~ 28	1+ 5~ 6+ 16~ 18	1+ 5~ 7+ 21
Z <sub>7</sub>	19~ 23	19~ 23	20~ 24	1+ 11(左)~ 12(右)+ 28~ 32	1+ 6~ 7+ 18~ 20	1+ 7+ 19~ 24
Z <sub>8</sub>	25~ 29	27~ 32	30~ 34	1+ 12(左)~ 13(右)+ 37~ 40	1+ 7+ 20~ 22	1+ 9+ 23~ 29
Z <sub>9</sub>	33~ 36	36~ 42	38~ 41	1+ 12(左)~ 13(右)+ 43~ 45	1+ 7~ 8+ 22~ 26	1+ 9+ 23~ 29
Z <sub>10</sub>	38~ 45	43~ 48	46~ 55	1+ 12(左)~ 13(右)+ 43~ 45	1+ 8~ 9+ 22~ 26	1+ 9+ 23~ 29
Z <sub>11</sub>	47~ 56	49~ 60	60~ 68	1+ 12(左)~ 13(右)+ 43~ 51	1+ 7~ 8+ 22~ 26	1+ 10+ 26~ 31
仔虾蛄 iv juvenile iv	63~ 69	61~ 69	70~ 84	1+ 12(左)~ 13(右)+ 22~ 41	1+ 7~ 8+ 10~ 18	1+ 9+ 12~ 18

从表 2 可以看出,3 种虾蛄幼体头胸甲的平均长度在 Z<sub>1</sub>~ Z<sub>4</sub> 期黑斑口虾蛄的最长,眼斑猛虾蛄的次之,口虾蛄的最短,Z<sub>4</sub> 起眼斑猛虾蛄和口虾蛄的头胸甲都明显比同期的黑斑口虾蛄的

长,从 Z<sub>8</sub> 起眼斑猛虾蛄的头胸甲又明显短于口虾蛄而长于黑斑口虾蛄;从头胸甲宽、长之比值来看,眼斑猛虾蛄比黑斑口虾蛄的大得多,在视觉上眼斑猛虾蛄幼体的头胸甲会显得较黑斑口虾蛄宽

很多; 头胸甲长与体长之比值, 眼斑猛虾蛄幼体的也比黑斑口虾蛄幼体的稍大, 显示头胸甲在体长的比例眼斑猛虾蛄幼体的要比黑斑口虾蛄幼体的大; 而变态成第 iv 期仔虾蛄后, 这一比值为: 眼斑猛虾蛄为 21.5%, 黑斑口虾蛄为 23.4%, 口虾蛄

为全长的 21.7%, 黑斑口虾蛄反而又比眼斑猛虾蛄的大; 而宽度眼斑猛虾蛄为第 ⑤期的 50%, 黑斑口虾蛄为第 ⑤期的 85.5%, 头胸甲宽与头胸甲长之比黑斑口虾蛄的略大, 显得黑斑口虾蛄的仔虾蛄的头胸甲比较宽。

表 2 眼斑猛虾蛄、黑斑口虾蛄和口虾蛄幼体发育形态的区别

Tab. 2 Differences of larval development of *H. amandalei*, *O. kempfi* and *O. oratoria*

幼体发育期 larva stages	头胸甲均长/mm mean length of carapace			头胸甲均长/体长均长 mean length of carapace & body		头胸甲均宽/头胸甲均长 mean width & length of Carapace	
	眼斑猛虾蛄 <i>H. amandalei</i>	黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	眼斑猛虾蛄 <i>H. amandalei</i>	黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	眼斑猛虾蛄 <i>H. amandalei</i>	黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>
Z <sub>1</sub>	0.72	0.81	0.51	0.401	0.448	0.708	0.605
Z <sub>2</sub>	0.87	0.92	0.63	0.403	0.426	0.736	0.598
Z <sub>3</sub>	1.02	1.18	0.92	0.405	0.398	0.833	0.619
Z <sub>4</sub>	1.26	1.29	1.25	0.423	0.420	0.794	0.612
Z <sub>5</sub>	1.95	1.82	1.97	0.453	0.421	0.800	0.511
Z <sub>6</sub>	3.01	2.59	2.94	0.484	0.377	0.757	0.429
Z <sub>7</sub>	3.81	3.31	3.71	0.512	0.424	0.861	0.426
Z <sub>8</sub>	4.18	4.13	4.63	0.498	0.432	0.904	0.475
Z <sub>9</sub>	5.18	4.62	5.85	0.492	0.405	0.832	0.485
Z <sub>10</sub>	6.71	5.36	7.02	0.482	0.383	0.866	0.448
Z <sub>11</sub>	7.66	6.52	8.13	0.474	0.372	0.790	0.402
仔虾蛄 iv juvenile iv	3.29	3.42	3.55	0.215	0.234	0.670	0.691

### 3.2 3种虾蛄幼体的生长情况比较

虾蛄幼体每次蜕皮, 体长显著增长, 形态变化显著, 因而形成不同发育期。从体长增长的情况看, 眼斑猛虾蛄在第 iv~ ⑤期每次蜕皮平均体长增长 0.36~ 0.46 mm, 第 ⑤~ ⑥期每次蜕皮平均体长增长 0.93~ 2.21 mm, 第 ⑥~ ⑦期每次蜕皮平均体长增长 2.05~ 2.34 mm, 从第 ⑦期变态成第 iv 期仔虾蛄平均体长反而缩短 0.85 mm; 而从平均体长增长的比率来看, 眼斑猛虾蛄增长最快的 3 个发育期分别为第 ⑨期变为第 v 期、第 ⑤期变为第 ⑨期和第 ③期变为第 ⑧期, 增长率分别是: 51.4%、44.3% 和 32.5%, 其余的每次蜕皮平均体长增长率在 12.9%~ 25.2% 之间; 黑斑口虾蛄第 iv~ ④期每次蜕皮平均体长增长 0.35~ 0.56 mm, 第 ④~ ⑤期每次蜕皮平均体长增长 0.94~ 2.55 mm, 第 ⑤~ ⑥期每次蜕皮平均体长增长 1.76~ 3.55 mm, 但从第 ⑥期变态成第 iv 期仔虾蛄平均体长反而缩短 3.01mm; 而从平均体长增长的比率来看, 黑斑口虾蛄增长最快的 2 个发育期分别为第 ⑨期变为 v 期和第 ③期变为第 ⑨期, 增长率分别是: 59.0% 和 41.0%, 其余的每次

蜕皮平均体长增长率在 13.7%~ 25.4% 之间; 口虾蛄测量指标为全长, 在第 iv~ ⑤期每次蜕皮平均全长增长 0.37~ 1.03 mm, 第 ⑤~ ⑥期每次蜕皮平均全长增长 1.70~ 3.21 mm, 第 ⑥~ ⑦期每次蜕皮平均全长增长 2.62~ 3.48 mm, 但从第 ⑤期变态成第 iv 期仔虾蛄平均全长反而缩短 7.33 mm; 而从平均全长增长的比率来看, 口虾蛄增长最快的 3 个发育期分别为第 ⑨期变为第 v 期、第 ③期变为第 ⑨期和第 ⑦变为第 ④期, 增长率分别是: 55.8%、42.0% 和 46.2%, 其余的每次蜕皮平均全长增长率在 19.2%~ 24.1% 之间; 从以上分析的生长情况可以看出 3 种虾蛄每次蜕皮体长或全长的均长的增长及体长或全长的增长率都存在差异, 但有一个共同点就是在第 ⑨期变为第 v 期和第 ⑤期变为第 ⑨期为体长或全长增长率最大的和较大的, 而从第 ⑦期幼体变态成第 iv 期仔虾蛄, 体长都反而稍变短了, 而由于额角的消失全长更变短了许多。

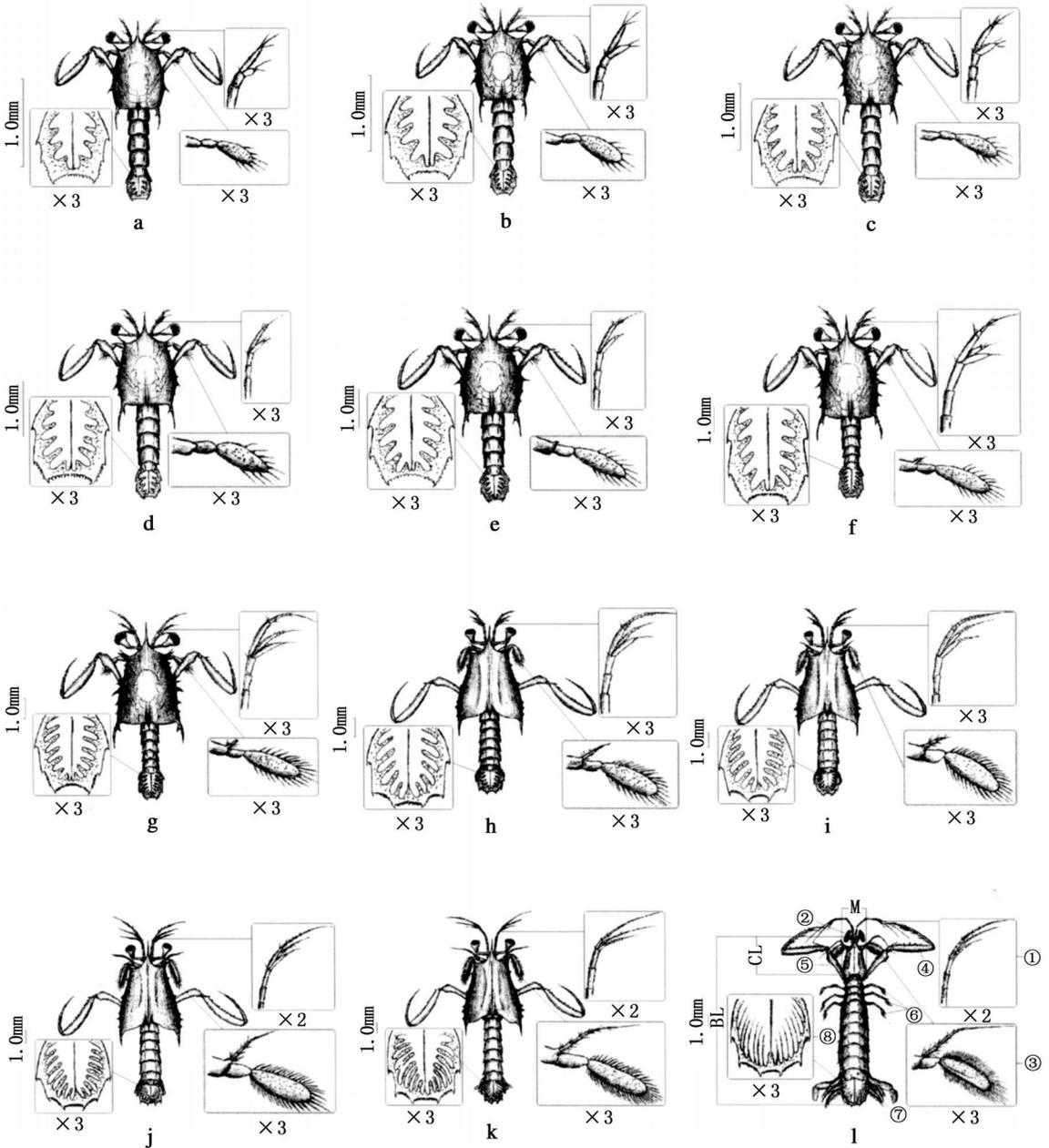
### 3.3 关于虾蛄幼体发育变态时间

口虾蛄从假蚤状幼体变态为仔虾蛄需 90~ 120 d<sup>[12]</sup>; 孙丕喜等<sup>[8]</sup>在水温 21.8~ 28.2 °C, 平均

水温 26.58 °C 条件下, 经过一个半月人工培育便可变态为仔虾蛄, 3~4 个月可生长为 30~40 mm 的幼虾蛄; 而蒋霞敏等<sup>[9]</sup>在 24.5~29 °C 的条件下用 27 d 就使黑斑口虾蛄假蚤状幼体发育为仔虾蛄; 本次试验在水温 24~27 °C 的条件下经 49 d 培育, 虾蛄幼体发育变态为仔虾蛄, 并在人工调控下, 水温保持在 27 °C 的条件下, 经 30 d 培育生长成体长 27~56 mm 的虾蛄幼苗; 3 种虾蛄幼体的发育变态时间存在着明显的差异, 这可能是由于物种不同所致, 也可能是由于培育条件(水温、饵料、生态环境等)不同引起, 这有待今后实验中进一步探索。

### 参考文献

- [1] Hamano T, Matsuura S. Egg size, duration of incubation, and larval development of the Japanese mantis shrimp in the laboratory [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1987, 53(1): 23-29.
- [2] Matsuura S, Hamano T. Selection for artificial burrows by the Japanese mantis shrimp with some notes on natural burrows [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1984, 50: 1963-1968.
- [3] 滨野龙夫. *A* 类的生态学的研究[J]. 日本水产学会志, 1994, 60(2): 143-145.
- [4] 山崎诚, 富士昭. *A* N 生殖周期の研究[J]. 西海区水产研究报告, 1988(57): 86-98.
- [5] 高松利演等. *A* 幼生の飼育について[J]. 水产増殖, 1996, 14(1): 1-9.
- [6] 梅文骥, 王春琳, 张义浩, 等. 浙江沿海虾蛄生物学及其开发利用研究专辑[J]. 浙江水产学院学报, 1996(1): 1-8.
- [7] 王波, 张锡烈, 孙丕喜. 口虾蛄的生物学特征及其人工苗种生产技术[J]. 黄渤海海洋, 1998, 16(2): 64-73.
- [8] 孙丕喜, 张锡烈. 口虾蛄人工育苗技术研究[J]. 黄渤海海洋, 2000, 18(2): 41-46.
- [9] 蒋霞敏, 王春琳, 赵青松, 等. 黑斑口虾蛄育苗技术研究[J]. 海洋科学, 2000, 24(5): 17-20.
- [10] 王春琳, 郑春静, 蒋霞敏, 等. 黑斑口虾蛄育苗技术研究[J]. 中国水产科学, 2000, (3): 67-70.
- [11] 蒋霞敏, 王春琳. 黑斑口虾蛄幼体的发育[J]. 中国水产科学, 2003, 10(1): 19-23.
- [12] 邓景耀, 朱金声, 程济生. 渤海主要无脊椎动物及其渔业生物学[J]. 海洋水产研究, 1988, 9: 103-106.



图版 Plate

a. 第iv期假蚤状幼体形态; b. 第①期假蚤状幼体形态; c. 第②期假蚤状幼体形态; d. 第③期假蚤状幼体形态; e. 第④期假蚤状幼体形态; f. 第v期假蚤状幼体形态; g. 第x期假蚤状幼体形态; h. 第⑩期假蚤状幼体形态; i. 第⑬期假蚤状幼体形态; j. 第⑮期假蚤状幼体形态; k. 第⑰期假蚤状幼体形态; l. 第iv期仔虾蛄, ①第一触角; ②复眼; ③第二触角; ④第二胸肢; ⑤头胸甲; ⑥第6、7、8胸肢; ⑧尾肢; ⑨尾节

a. morpho of Z<sub>1</sub>; b. morpho of Z<sub>2</sub>; c. morpho of Z<sub>3</sub>; d. morpho of Z<sub>4</sub>; e. morpho of Z<sub>5</sub>; f. morpho of Z<sub>6</sub>; g. morpho of Z<sub>7</sub>; h. morpho of Z<sub>8</sub>; i. morpho of Z<sub>9</sub>; j. morpho of Z<sub>10</sub>; k. morpho of Z<sub>11</sub>; l. morpho of juvenile squilla, ① antenna 1; ② compound eye; ③ antenna 2; ④ thoracic appendage 2; ⑤ carapace; ⑥, ⑦, ⑧ thoracic appendage 6, 7, 8; ⑧ telson appendage; ⑨ telson