

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2011.00659

马氏沼虾蚤状幼体发育特征及其与罗氏沼虾幼体的形态差异

赵朝阳^{1,2} 周鑫² 王桂芹³ 郝旭文¹

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 农业部淡水鱼类遗传育种与养殖生物学重点开放实验室, 无锡 214081;
2. 南京农业大学无锡渔业学院, 无锡 214081; 3. 吉林农业大学动物科技学院, 长春 130118)

摘要: 马氏沼虾(*Macrobrachium malcolmsonii*)的幼体从孵化到变态为幼虾要经过多次蜕皮, 每次蜕皮均伴随形态及附肢特征的改变。采用显微观测摄像法对马氏沼虾 Z_1 - Z_{12} 各期幼体样本 30 尾进行了观察, 测量结果表明 Z_2 与 Z_1 在复眼上存在较大差异, Z_3 与 Z_2 、 Z_4 与 Z_5 的主要分期特征均位于尾节上, Z_6 的腹部出现腹足萌芽, Z_7 与 Z_8 的形态差异在于第一触角内鞭和外鞭的附肢变化, 判别 Z_9 - Z_{12} 的主要分期依据为步足、腹足和额角形态。因此通过观察 Z_1 - Z_{12} 幼体第 1 触角上的内鞭和外鞭, 第 2 触角上的触角鞭和触角片, 头胸甲上的额角、背刺、复眼和第 1、2 对步足, 腹部的附肢、尾节和尾扇等形态变化, 及测定各期幼体附肢的分节数和刚毛数等可量性状上的差异, 可为马氏沼虾蚤状幼体分期提供生物学依据; 此外还对马氏沼虾与罗氏沼虾幼体的形态差异进行了比较, 通过测定幼体触角鞭的分节数量, 为两种沼虾幼体之间的鉴别提供参考数据。

关键词: 马氏沼虾; 蚤状幼体; 分期特征; 罗氏沼虾; 形态差异

中图分类号: Q954.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2011)04-0659-07

马氏沼虾(*Macrobrachium malcolmsonii*)是一种大型虾类, 在分类学上隶属于节肢动物门、甲壳纲、十足目、长臂虾科、沼虾属, 原产于印度等南亚各国的淡水及咸淡水水域, 在印度已形成较大的养殖规模。国外对马氏沼虾的养殖^[1,2]、繁殖^[3-5]、摄食^[6]、免疫^[7,8]、应激^[9,10]、生化^[11-13]、病理^[14,15]等方面有过一些研究。中国于 2001 年从斯里兰卡引进, 目前国内仅对成虾的形态特征进行过研究^[16], 对其幼体生物学方面未见报道。笔者观察和研究了马氏沼虾幼体的生长发育规律和形态生物学特征, 测得的可量性状可为马氏沼虾蚤状幼体分期提供参数。罗氏沼虾与马氏沼虾为沼虾属中两个物种, 成体鉴定无误; 幼体方面, 虽然国内外有关罗氏沼虾幼体生物学^[17-22]方面的研究相对较多, 但如何区分马氏沼虾与罗氏沼虾幼体形态差异方面的工作尚未见报道。识别二者幼体的差异, 尤其在育苗期中, 显见得较为必要。本研究对这两种沼虾幼体的形态差异进行

了比对, 提出差异的可比部位及主要鉴别依据, 旨在对马氏沼虾育苗期的纯种生产进行指导, 以提高成虾产量; 并为沼虾种间杂交的子代形态变化提供参照数据。

1 材料与方法

1.1 试验用虾

马氏沼虾亲虾从斯里兰卡引进, 暂养于实验室 60 cm×25 cm×45 cm 的水族箱中, 暂养箱中设置简易隐蔽物, 每天投喂新鲜螺蛳肉, 隔天换水 1/4, 暂养期间水温 26℃—32℃。雌虾抱卵后另设专箱进行幼体的孵化和培育, 幼体培育水温为 28℃—30℃, pH 7.8—8.6, 盐度 15—20。 Z_1 - Z_{11} 均投喂卤虫无节幼体, 变态为仔虾后逐步改喂鲜螺肉, 投喂次数为 1—2 次/d。为使幼体能够正常变态发育, 培育过程中每天排污并换水 1 次, 换水量为总水体的 1/5—1/4。罗氏沼虾亲虾取自高邮市联盛罗氏沼虾育苗场, 在实验室于

收稿日期: 2010-05-17; 修订日期: 2011-02-21

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2009JBFB18); 农业部 948 项目(993126)资助

作者简介: 赵朝阳(1976—), 男, 湖北松滋人; 助理研究员, 硕士; 主要从事甲壳动物繁殖及养殖技术研究。E-mail: zhaoc@ffrc.cn

通讯作者: 周鑫, 研究员; Tel: 0510-85551474; E-mail: zhoux@ffrc.cn

同样条件下培育出 Z_1 - Z_{12} 幼体用作与马氏沼虾蚤状幼体形态差异的观察比较。

1.2 试验方法

选择生长良好和附肢完整的各期幼体样本 30 尾, 用于附肢测量与特征鉴别, 以确保所测参数的一致性。采用显微观测摄像法利用 8CA-V 图像生物显微镜对蚤状幼体发育情况进行观察和拍照, 并测量各可量性状指标。

2 结果

2.1 马氏沼虾蚤状幼体的各期形态及特征

马氏沼虾的初孵幼体称为蚤状幼体(Zoea), 蚤状幼体蜕皮 11 次后变态为后期幼体(Post-larval)。幼体在蜕皮变态的同时也伴随着形态的细微变化, 其头胸甲、腹节和尾节上的特征差异可作为幼体分期的依据。

蚤状 I 期幼体(Z_1) Z_1 期幼体复眼均无眼柄, 眼径 0.25 mm, 额角无背刺。第一触角顶端具短小的外鞭和刚毛状内鞭, 外鞭上有 4 根感觉毛和 1 根短刚毛; 第二触角的触角鞭为内肢, 呈鞭状, 不分节, 触角片为外肢, 外缘末端有一硬棘, 内肢内侧缘侧生 1 根羽状刚毛, 触角片内侧有 9 根长刚毛, 1 根短刚毛。步足副肢为 3 对, 末端刚毛 4 根, 尾节与第六腹节之间未分界, 尾扇无内和外肢, 末端有羽状刚毛 7 对 (图版 I-1)。

蚤状 II 期幼体(Z_2) Z_2 期幼体复眼具眼柄, 眼径 0.24—0.26 mm。额角背刺 1 个。第一触角末端具内、外鞭, 内鞭末端有一根羽状刚毛, 外鞭末端具 4 根感觉毛。触角鞭不分节, 触角片外缘末端有一硬棘; 内侧有 9 根羽状刚毛和 1 根短刚毛。步足副肢为 5 对, 末端刚毛 4 根, 尾节与第六腹肢未分界, 尾扇无分肢, 但具外肢萌芽, 末端有 8 对羽状刚毛, 第五腹节的甲壳末端两侧均各具一尖刺, 此后的各期幼体均有此特征 (图版 I-2)。

蚤状 III 期幼体(Z_3) Z_3 期幼体复眼眼径 0.25—0.28 mm。具 1 个额角背刺。第一触角顶端具 3 根短羽状刚毛和内、外鞭, 内鞭末端有一根刚毛, 外鞭末端有 4 根感觉毛。触角鞭分为 3 节, 触角片外缘末端具一小刺, 内侧有 10—12 根羽状刚毛和 1 根短刚毛; 外侧有 1—2 根短羽状刚毛。步足副肢末端具刚毛 4 根。尾节与第六腹节分界, 外肢长有 6 根刚毛, 内肢为一萌芽, 无刚毛, 末端有 7 对羽状刚

毛, 侧刺 1 对 (图版 I-3)。

蚤状 IV 期幼体(Z_4) Z_4 期幼体复眼眼径 0.27—0.28 mm。额角背刺为 2 个。第一触角顶端平行排列 4 根短羽状刚毛和粗短的内、外鞭, 内鞭和外鞭顶端分别有 1 根羽状刚毛和 3 根感觉毛。触角鞭分为 3 节。触角片外缘末端有一硬棘; 内侧有 14—15 根羽状刚毛。步足副肢末端有刚毛 4 根, 两侧各有 1 根短刚毛。尾节外肢和内肢分别有羽状刚毛 9—11 根和 6—7 根, 外肢末端外侧有一硬棘, 内肢近末端有 1 根短羽状刚毛, 尾节两侧具侧刺 1—3 对, 2 对较小 (图版 I-4)。

蚤状 V 期幼体(Z_5) Z_5 期幼体复眼眼径 0.3—0.41 mm。额角背刺为 2 个。第一触角末端有一小的突起和 2 根棒状内、外鞭, 小突起上有 3 根短羽状刚毛, 内鞭顶端有一根鞭状刚毛, 外鞭末端有 3 长 2 短感觉毛。触角鞭分为 4 节。触角片外缘末端有一硬棘; 内侧有 15—24 根羽状刚毛 (以 19 为多)。步足副肢末端有刚毛 4 根, 两侧各有 1 根刚毛。两者腹部均有 5 个突起。尾扇外肢有 12—19 根羽状刚毛 (以 16 为多), 末端外侧有一硬棘, 近末端有 1—2 根短羽状刚毛, 内肢有 9—16 根羽状刚毛 (以 13 为多)。尾节末端有侧刺 3 对, 刚毛 5 对, 其中 1 对侧刺位于尾节末端两侧 (图版 I-5)。

蚤状 VI 期幼体(Z_6) Z_6 期幼体复眼眼径 0.45 mm。额角背刺为 2 个, 前背刺下有 2 根刚毛, 第一触角顶端具 3 根短羽状刚毛和 2 根棒状内、外鞭, 外鞭内侧有感觉毛, 内鞭未分节, 末端有 3 长 1 短刚毛。触角鞭分为 6 节。触角片外缘末端有一硬棘, 内侧有 23—29 根羽状刚毛。具腹足萌芽, 内、外肢尚未分化。尾扇外肢和内肢分别有 20—22、24—29 根和 16—19、17—26 根羽状刚毛。尾节具侧刺 2—3 对, 末端刚毛 4—5 对 (图版 I-6)。

蚤状 VII 期幼体(Z_7) Z_7 期幼体复眼眼径 0.53 mm。额角背刺为 2 个, 前背刺下有 2—3 根刚毛。第一触角顶端具 3—4 根短羽状刚毛和内、外鞭, 内鞭和外鞭分枝均未分节, 内鞭末端 3 根短刚毛, 外鞭内侧有较多的感觉毛。触角鞭均分为 7 节, 触角片内侧有 31—34 根羽状刚毛; 五对腹足均为双肢形, 无内附肢, 腹足内肢无刚毛, 外肢具 0—3 根刚毛。尾扇外肢和内肢各具 30—32 根羽状刚毛。尾节具侧刺 2—3 对, 末端刚毛 4—5 对 (图版 I-7)。

蚤状 VIII 期幼体(Z_8) Z_8 期幼体复眼眼径

0.65 mm。额角背刺为 2 个, 前背刺下有 3 根刚毛。第一触角顶端具 3—4 根短羽状刚毛和内、外鞭, 内鞭和外鞭分枝均为 2 节, 外鞭内侧有较多感觉毛。触角柄背面有一短刺。触角鞭分为 8 节。触角片内侧有 34—36 根羽状刚毛。第一、第二对步足均出现不完整的螯。第一腹足外肢有 5—7 根刚毛, 内肢无刚毛。尾扇外肢和内肢分别有羽状刚毛 39—43 根和 34—38 根。尾节具侧刺 2—3 对, 末端刚毛 4—5 对 (图版 I -8)。

蚤状 IX 期幼体 (Z_9) Z_9 期幼体复眼眼径 0.68 mm。额角上缘有齿刻 3—4 个, 下缘无齿, 额角背刺 2 个, 前背齿下有 3—5 根刚毛。第一触角顶端具 3 根短羽状刚毛和内、外鞭, 外鞭分枝 3—4 节, 外鞭侧生较多感觉毛, 内鞭 3 节, 末端有 4 根短刚毛。触角鞭分为 9 节, 触角片内侧有 40—46 根羽状刚毛。第一、第二对步足均有完整的螯。腹足内、外肢分别有刚毛 2—3 和 9—12 根。腹足内附肢出现。尾扇外肢和内肢分别有 44 和 36 根羽状刚毛。尾节末端有刚毛 4—5 对, 无侧刺 (图版 I -9)。

蚤状 X 期幼体 (Z_{10}) Z_{10} 期幼体复眼眼径 0.68 mm。额角上缘有齿刻 3—5 个。下缘均无齿, 额角背刺 2 个, 前背齿下有 4—6 根刚毛。第一触角顶端具 3 根短羽状刚毛和内、外鞭, 外鞭分为 5 节, 末端有 4 根感觉毛, 内鞭分为 4 节, 末端有 4 根刚毛。触角鞭分为 11—12 节。触角片内侧有 50—54 根羽状刚毛。腹足内、外肢分别有刚毛 4—7 和 10—12 根。尾扇外肢和内肢分别有 49—52 根和 49—51 根羽状刚毛。尾节无侧刺, 末端具刚毛 4—5 对 (图版 I -10)。

蚤状 XI 期幼体 (Z_{11}) Z_{11} 期幼体复眼眼径 0.70 mm。额角上缘有 3—6 个齿刻。额角背刺为 2 个, 前背齿下有刚毛 4—6 根。第一触角顶端具 3 根短羽状刚毛和内、外鞭, 外鞭分为 7 节, 内鞭 6 节。触角鞭分为 13 节。触角片内侧有 54—57 根羽状刚毛。腹足内、外肢分别有刚毛 10—16 根和刚毛 5—9 根, 外肢和内肢分别有 52—57 根和 46—57 根羽状刚毛。尾节末端有刚毛 3—5 对。尾节末端两侧第一对刚毛退化成小棘, 第五对刚毛中间有 1 尖刺 (图版 I -11)。

后期幼体 (P) 后期幼体又称仔虾, 能快速朝前正游, 且弹跳力较强。复眼眼径 0.60—0.7 mm。额角上缘有齿刻 7—13 个, 下缘有齿刻 4—6 个。额

角背刺为 1 个。第一触角原肢末端有 4 根羽状刚毛和 2 个粗短的内、外鞭, 外鞭分枝 9—21 节, 成为外鞭的主鞭, 原外鞭原肢发育成副鞭, 顶端有 3 长 1 短的感觉毛, 内鞭 7 节。触角鞭分为 68 节。触角片内侧有 57 根羽状刚毛。腹足内、外肢均具刚毛。尾扇外肢和内肢分别有羽状刚毛 54 根和 55 根。尾扇外肢外侧末端具 1 长 1 短硬棘。尾节呈三角形, 末端尖锐, 在尾节背面具 2 对呈矩形状排列小刺, 并随着虾苗的长大逐渐退化成 4 个斑点状痕迹。尾节的末端具 2 对棘状刚毛和 1 对羽状刚毛 (图版 I -12)。

2.2 马氏沼虾与罗氏沼虾各期幼体的异同

马氏沼虾与罗氏沼虾幼体的相同特征 马氏沼虾的蚤状幼体与罗氏沼虾幼体发育过程中存在一些相同的分期特征, 主要表现为: Z_1 的主要特征为复眼无眼柄; 蜕皮变态为 Z_2 后眼柄出现, 复眼可随眼柄活动; Z_3 的主要特征为尾节与第六腹节分界; 发育至 Z_4 后的明显变化是额角出现第二个背刺, 尾扇具内肢和外肢; Z_5 无腹足, 尾节狭长, 且末端平直, 很容易与 Z_4 相区分; Z_6 出现腹足芽; Z_7 腹肢芽延长分为内外肢; Z_8 第一、第二对步足具不完全的螯; Z_9 第一、第二对步足具完全的螯; 幼体发育至 Z_{10} 后额角变化较明显, 上缘的齿刻增多; Z_{11} 的额角上缘齿刻较 Z_{10} 又有所增加, 第一触角内鞭和外鞭分节均比 Z_{10} 多; Z_{12} 的形态与成虾相似, 额角上、下缘均有齿刻, 同时游动状态已由幼体时期的腹部朝上倒游变为平直朝前正游。

马氏沼虾与罗氏沼虾幼体的形态差异 同时两种沼虾同一期个体之间也存在一些特征上的差异, 表 1 列举了两种沼虾各期主要特征之间的差异, 如复眼眼柄、触角鞭节数、触角片内侧刚毛数、腹足内外肢刚毛数、尾节内外肢刚毛数等。

3 讨论

3.1 马氏沼虾蚤状幼体的分期特征的依据

马氏沼虾的蚤状幼体共分为 11 期, 加上后期幼体 (仔虾期), 合计为 12 期, 其分期依据可以通过测量复眼长度, 对比分析幼体变态之后的触角、触角鞭、额角、复眼、步足、腹足和尾节等器官的形态、长度、分节情况以及刚毛数量变化之后得出。从马氏沼虾幼体主要分期特征的描述结果中可以看出, 不同发育阶段幼体附肢的特征不同, 但也存在一些

表 1 马氏沼虾与罗氏沼虾各期幼体主要特征及差异

Tab.1 Brief characteristics and morphological variations of zoea larvae of *Macrobrachium malcolmsonii* and *Macrobrachium rosenbergii*

分期 Developmental stage	主 要 分 期 特 征 Brief characteristics of different stage		形态差异 Morphological variations
	马 氏 沼 虾 (A) <i>Macrobrachium malcolmsonii</i>	罗 氏 沼 虾 (B) <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	
Z ₁	复眼无眼柄, 额角无背刺	复眼无眼柄, 额角无背刺	第一触角外鞭 A 具 4 根感觉毛和 1 根短刚毛, B 具 3 根感觉毛和 1 根短刚毛
Z ₂	出现眼柄, 额角出现背刺	出现眼柄	A 有 1 个额角背刺, B 无
Z ₃	触角鞭分节, 额角背刺 1 个, 尾节与第六腹节分开	触角鞭分节, 额角背刺 1 个, 尾节与第六腹节分开	第一触角顶端外鞭 A 具 4 根感觉毛, B 具 3 根感觉毛
Z ₄	额角背刺 2 个, 触角鞭 3 节, 尾节具侧刺 1—3 对, 内外肢皆具刚毛	额角背刺 2 个, 触角鞭 3—4 节, 尾节具侧刺 3 对, 内外肢皆具刚毛	触角片内侧 A 有 14—15 根羽状刚毛, B 有 16—18 根
Z ₅	额角背刺 2 个, 触角鞭 4 节	额角背刺 2 个, 触角鞭 4—6 节	第一触角外鞭末端 A 有 3 长 2 短感觉毛, B 有 3 根感觉毛
Z ₆	触角鞭 6 节, 出现腹足萌芽	触角鞭 5—6 节, 出现腹足萌芽	触角片内侧 A 有 23—29 根羽状刚毛, B 有 20—21 根
Z ₇	触角鞭 7 节, 腹肢芽延长分成内外肢	触角鞭 7 节, 腹肢芽延长分成内外肢	触角片内侧 A 有 31—34 根羽状刚毛, B 有 27 根
Z ₈	触角鞭 8 节, 第一、二步足均出现不完整的螯	触角鞭 7—8 节, 第一、二步足均出现不完整的螯	触角片内侧 A 有 34—36 根羽状刚毛, B 有 27 根
Z ₉	触角鞭 9 节, 第一、二步足均出现完整的螯, 腹肢内肢出现棒状附肢	触角鞭 9 节, 第一、二步足均出现完整的螯	腹肢内肢内侧 A 出现棒状附肢, B 无
Z ₁₀	触角鞭 11—12 节, 额角上缘有齿刻 3—5 个	触角鞭 11—15 节, 额角上缘有齿刻 5—7, 腹肢内肢出现棒状附肢	触角片内侧 A 有 50—54 根羽状刚毛, B 有 42—43 根
Z ₁₁	触角鞭 13 节, 额角上缘有齿刻 3—6 个	触角鞭 14—15 节, 额角上缘有齿刻 9—11 个	触角鞭 A 为 13 节, B 为 14—15 节
Z ₁₂	触角鞭 68 节, 额角上缘有齿刻 7—13 个, 下缘有齿刻 4—6 个	触角鞭 26—43 节, 额角上缘有齿刻 10—12 个, 下缘有齿刻 5—6 个	触角鞭 A 为 68 节, B 为 26—43 节

相似之处, 如 Z₂ 与 Z₁ 在复眼上存在较大的差异, 但触角鞭和尾节却十分相似, 因此复眼的变化不仅是 Z₂ 的分期特征, 同时也是区别 Z₁ 的主要依据; Z₃ 与 Z₂、Z₄ 与 Z₅ 的主要分期特征均位于尾节上, Z₂ 的尾节未分叉, 呈单肢型; Z₃ 尾节具外肢, 并与第六腹节分界; Z₄ 的尾节具内、外肢; 而 Z₅ 的尾节呈长方形, 且末端平直; Z₆ 的腹部出现腹足萌芽, 是区别于 Z₅ 和 Z₇ 的主要形态变化和分期特征之一; Z₇ 与 Z₈ 的分期特征主要位于第一触角的内鞭、外鞭的分枝上。Kanaujiad D R^[23]认为 Z₇ 腹足的内、外肢均无刚毛, Z₈ 腹足的外肢有刚毛, 腹足刚毛的有无是 Z₇ 区别于 Z₈ 的分期依据。但观测结果表明, Z₇ 中有部分个体的腹足外肢上具 3 根刚毛, 因此将腹足刚毛的有无作为鉴别 Z₇ 分期特征的方法并不十分可靠, 而以第一触角内鞭和外鞭的附肢变化作为主要分期特征不但可以准确区分出 Z₇ 与 Z₈, 同时也是判别 Z₉-Z₁₂ 的主要分期依据所在。步足、腹足和额角形态也是中、后期幼体的重要分期特征, 如 Z₈ 的第一、第二对步足具不完全的螯; Z₉ 第一、第二对步足具完全的螯, 且腹足具内附肢; Z₁₀ 的额角尖端已超出第一触角原

肢的末端, 上缘的齿刻数量为 3—5 个; Z₁₁ 的额角上缘齿刻 5—12 个; Z₁₂ 上缘的齿 7—12 个, 且虾体平直向前正游, 因此参照这些特征可使幼体的分期鉴别更为准确。此外, 幼体触角鞭的分节数量、腹足刚毛、尾节侧刺、触角片内缘和尾扇末端刚毛数量均是幼体分期的重要特征, 只有通过依据幼体分期特征的综合分析结果才能得到正确的判断。

3.2 马氏沼虾与罗氏沼虾各期幼体的鉴别

通过表 1 的这些数据可以看出两种沼虾同一期幼体之间某些特征上存在的差异, Z₄-Z₁₂ 幼体触角鞭的分节数量随着蜕皮次数的增加而递增, 测定其分节数量可作为幼体分期和鉴别的重要依据。但是, 由于触角鞭基节不是十分明显, 计数时极易遗漏而使分期出现错误。同时, 沼虾幼体生长变态周期较长, 在生长过程中触角鞭、尾节和额角等附肢特征常因炎症或受伤折断而畸变, 两种沼虾幼体外形特征上的某些数据上也存在着重合现象。因此利用幼体的额角背刺数量; 额角上、下缘齿刻数; 第二触角内、外鞭分节数和尾节末端侧刺数及刚毛数等可数性状之间存在的差异作为辅助鉴别手段, 可准确地

区分出两种沼虾幼体, 其所得结果和鉴别的方法对苗种生产、杂交育种和选择育种同样具有参照的意义。

参考文献:

- [1] Durjan R K, Amarendra N M, Satyendra D T. Growth and production of Indian river prawn *Macrobrachium malcolmsonii* (H. Milne Edwards) under pond conditions [J]. *Aquaculture*, 1997, **154**: 79—85
- [2] Rao K G, Reddy O R, Rao P R, *et al.* Monoculture of Indian freshwater prawn, *Macrobrachium malcolmsonii* (Milne Edwards) [J]. *Aquaculture*, 1986, **53**: 67—73
- [3] Samuel M J, Kannupandi T, Soundarapandian P. Nutritional effects on male reproductive performance in the freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* (H. Milne Edwards) [J]. *Aquaculture*, 1999, **172**: 327—333
- [4] Prasad S, Kanaujia D R. Availability and Breeding Behaviour of Ganga River Prawn *Macrobrachium gangeticum* (Bate) and *Macrobrachium malcolmsonii* (H. M. Edwards) [J]. *Asian Fisheries Science*, 2006, **19**: 377—388
- [5] Perschbacher P W, Saha S B, Deppert D L. Description of the feminised male form of *Macrobrachium malcolmsonii* from prawn catches in Bangladesh [J]. *Asian Fisheries Science*, 1989, **3**: 149—151
- [6] Sukumarana N, Kutty M N. Vulnerability of prey to predation by freshwater prawn, *Macrobrachium malcolmsonii* [J]. *Aquaculture*, 1979, **16**: 363—366
- [7] Acharya S, Mohanty J, Sahoo P K. Humoral defence factors in Indian river prawn, *Macrobrachium malcolmsonii* [J]. *Fish & Shellfish Immunology*, 2004, **17**(2): 137—147
- [8] Chanda R K, Sahoo P K. Effect of nitrite on the immune response of freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* and its susceptibility to *Aeromonas hydrophila* [J]. *Aquaculture*, 2006, **258**: 150—156
- [9] Selvakumar S, Geraldine P. Heat shock protein induction in the freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii*: Acclimation-influenced variations in the induction temperatures for Hsp70 [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 2005, **140**(2): 209—215
- [10] Selvakumar S, Geraldine P, Shanju S, *et al.* Stressor-specific induction of heat shock protein 70 in the freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* (H. Milne Edwards) exposed to the pesticides endosulfan and carbaryl [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2005, **82**(2): 125—132
- [11] Arun S, Krishnamoorthy P, Subramanian P. Properties of glutathione peroxidase from the hepatopancreas of freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1999, **31**(6): 725—732
- [12] Arun S, Subramanian P. Cytochrome P450-dependent monooxygenase system mediated hydrocarbon metabolism and antioxidant enzyme responses in prawn, *Macrobrachium malcolmsonii* [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 2007, **145**(4): 610—616
- [13] Arun S, Subramanian P. Antioxidant enzymes in freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* during embryonic and larval development [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 1998, **121**(3): 273—277
- [14] Bhavan P S, Geraldine P. Histopathology of the hepatopancreas and gills of the prawn *Macrobrachium malcolmsonii* exposed to endosulfan [J]. *Aquatic Toxicology*, 2000, **50**(4): 331—339
- [15] Bhavan P S, Geraldine P. Biochemical Stress Responses in Tissues of the Prawn *Macrobrachium malcolmsonii* on Exposure to Endosulfan [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2001, **70**(1): 27—41
- [16] Zhou X, Xu P, Min K H, *et al.* Morphology and character differentiations of adult prawn *Macrobrachium malcolmsonii* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2003, **27**(5): 436—442 [周鑫, 徐跑, 闵宽洪, 等. 马氏沼虾的成虾形态及特征鉴别. 水产学报, 2003, **27**(5): 436—442]
- [17] Diaz G G. Effect of environmental embryonic temperature on larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1987, **114**(1): 39—47
- [18] MacLeana M H, Brown J H. Larval growth comparison of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) and *M. nipponense* (de Haan) [J]. *Aquaculture*, 1991, **95**: 251—255
- [19] Kwong V. Rearing *Macrobrachium rosenbergii* larvae in Fiji [J]. *Aquaculture*, 1984, **40**(4): 367—370
- [20] Zeng C, Xiang X, Li Q. The surface structures of the antennule in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: an antennule type with an appendage flagellum [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, **28**(6): 613—621 [曾嵘, 项翔, 李琦. 罗氏沼虾小触角表面结构的观察. 水生生物学报, 2004, **28**(6): 613—621]
- [21] Ma Y J, Yuan W J, Li C H, *et al.* Studies on the development of the compound eyes of the zoea Stages in *Macrobrachium rosenbergii* by SEM [J]. *Journal of Shanghai Teachers University (Natural Sciences)*, 2002, **31**(1): 67—73 [马勇杰, 袁维佳, 李长虹, 等. 罗氏沼虾幼体复眼发育扫描电镜观察. 上海师范大学学报(自然科学版), 2002, **31**(1): 67—73]
- [22] Jiang N C, Lu J P, Yang W X, *et al.* The external form and the development of ommatidium of *Macrobrachium rosenbergii* during the larval stages [J]. *Donghai Marine Science*, 1998, **16**(4): 20—24 [姜乃澄, 卢建平, 杨万喜, 等. 罗氏沼虾幼体个眼外形及生态动态. 东海海洋, 1998, **16**(4): 20—24]
- [23] Kanaujia D R. Emerging Technologies in the Seed Production of *Macrobrachium malcolmsonii* (H. M. Edwards) [A]. P. C. Thomas: Current and Emerging Trends in Aquaculture [C]. 1998, 148—159

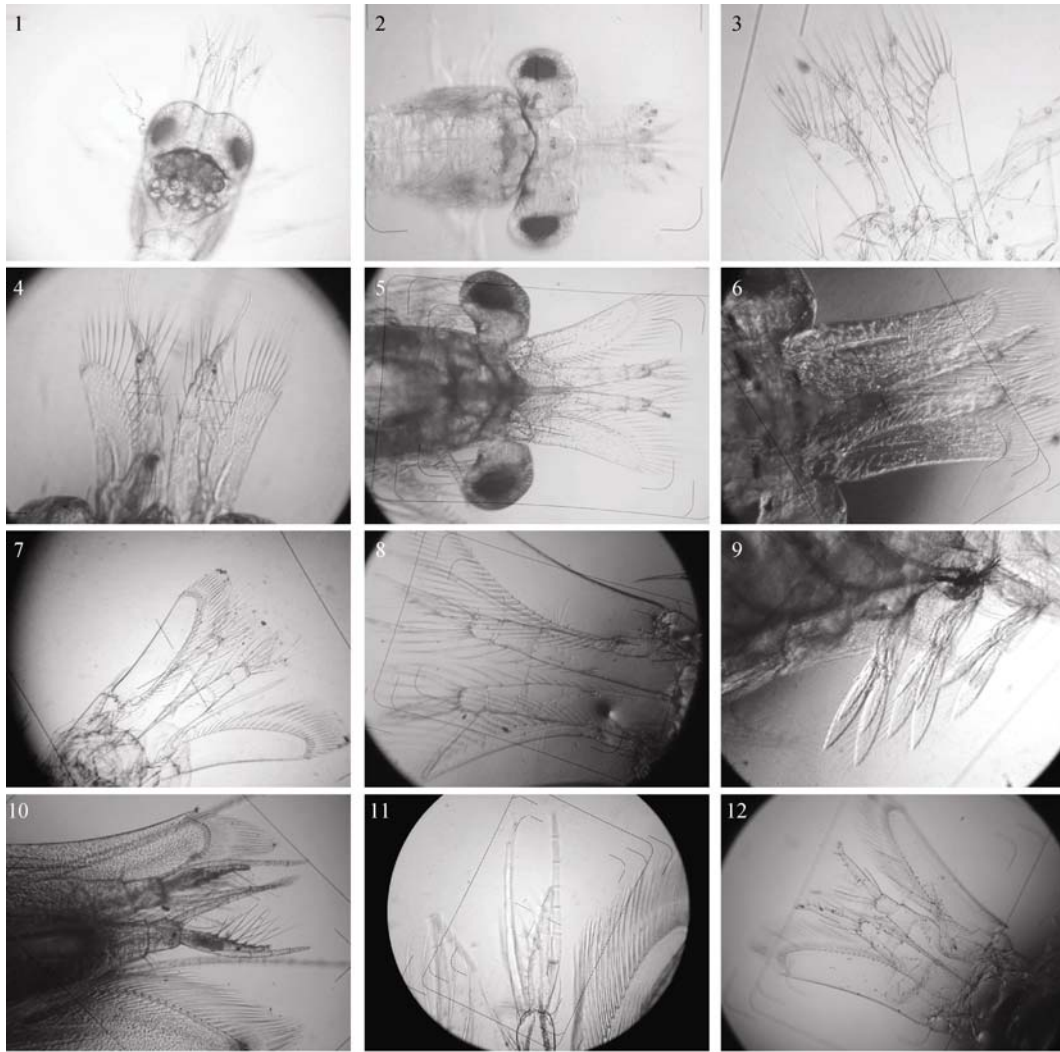
MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DIFFERENCE ON ZOEALARVAE OF *MACROBRACHIUM MALCOLMSONII* AND *MACROBRACHIUM ROSENBERGII*

ZHAO Chao-Yang^{1,2}, ZHOU Xin², WANG Gui-Qin³ and BING Xu-Wen¹

(1. Key Laboratory of Genetic Breeding and Aquaculture Biology of Freshwater Fishes, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China; 2. Wuxi Fishery College, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081, China; 3. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: From hatching to metamorphosis for larvae of *Macrobrachium malcolmsonii*, the larvae had experienced the molting process twelve times accompany with changes of Morphology and appendage characteristics. Through microscopic observation and photography on 30 samples from Z₁ to Z₁₂ larvae, the results showed that there were big differences in compound eye between Z₁ and Z₂. The main characters were located on the telson between Z₃ and Z₂, Z₄ and Z₅. There was proleg germination occurred on abdomen of Z₆. The morphological variations between Z₇ and Z₈ lain in changes of antennule inner and outer flagellum appendage. The main periodical standards to discriminate Z₉ and Z₁₂ were morphology of periopods, proleg and rostrum. Therefore, it could provide biological basis in different zoea stages of *Macrobrachium malcolmsonii* by means of observation on morphological variations such as the inner and outer flagellum of the first antennule, flagellum and antennal scale of the second antenna, rostrum, dorsal spur, compound eye, the first and second legs on the carapace, pleopod, telson, tail fan from Z₁ to Z₁₂ larvae, as well as determination of morphometric character of the larvae such as the number of segments, quantity of seta during the period from Z₁ to Z₁₂ stages. In addition, morphological variations of zoea larvae of *Macrobrachium malcolmsonii* have been compared with *Macrobrachium rosenbergii*, which could provide reference to identify these two kinds of zoea larvae by measuring the number of antennal flagellum segmentation.

Key words: *Macrobrachium malcolmsonii*; Zoea larvae; Characters in various period; *Macrobrachium rosenbergii*; Morphological variations



图版 I 马氏沼虾蚤状幼体各期内外鞭、触角片的形态

Plate I Morphology of the inner& outer flagellum and antennal scale of Zoea Larvae of *Macrobrachium malcolmsonii*

1. Z₁期; 2. Z₂期; 3. Z₃期; 4. Z₄期; 5. Z₅期; 6. Z₆期; 7. Z₇期; 8. Z₈期; 9. Z₉期; 10. Z₁₀期; 11. Z₁₁期; 12. 仔虾期

1. Zoea Larva stage I; 2. Zoea Larva stage II; 3. Zoea Larva stage III; 4. Zoea Larva stage IV; 5. Zoea Larva stage V; 6. Zoea Larva stage VI; 7. Zoea Larva stage VII; 8. Zoea Larva stage VIII; 9. Zoea Larva stage IX; 10. Zoea Larva stage X; 11. Zoea Larva stage XI; 12. Post larva stage