

淡水青虾幼体发育的初步研究*

戈 敏 生

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

作者观察了淡水青虾在实验室条件下幼体发育的情况。在幼体发育的全过程中,有的个体蜕皮9次,有的蜕皮11、14次。本文是描述蜕皮9次的个体的发育情况。从第一至第九期幼体以及后期幼体都附有详细的附肢图和部分整体图。幼体发育所需的时间随水温而变,在 $26.5 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 条件下,幼体完成变态达到后期幼体需21天,在 $30.9 \pm 1-2^{\circ}\text{C}$ 仅需16天。

淡水青虾(又名日本沼虾) [*Macrobrachium nipponense* (De Haan)] 是我国淡水虾中经济价值较高的一种^[1], 广泛分布于我国各地的淡水水域中。五十年代以来,国内不少单位试图养殖淡水虾,由于对虾类的生物学知识了解不够,未能获得成功。

幼体发育是虾类生物学的一个重要部分,现代甲壳动物胚胎学的研究就包括幼体发育在内。鸭脚七郎(1914)^[2]曾研究过淡水青虾的幼体发育,他只简单地描述了三个幼体发育阶段的形态。李文杰等(1963)^[2]用培养的方法研究淡水青虾的幼体发育,但只培养至第六期幼体而未完成整个变态。随后,张建森等(1965)^[3]又培育了淡水青虾的幼体,但也只发育到第九期幼体。Kwon 和 Uno (1969)^[6]通过实验室的培养进行了淡水青虾幼体发育的研究。

作者于1962年开始进行淡水青虾幼体发育的工作,于1963年获得初步结果,培育出完成变态的后期幼体(postlarva),1964年又重复进行了培育试验。这一研究结果曾在1964年召开的中国动物学会三十周年学术讨论会上宣读并发表摘要,现将全文发表。

材 料 与 方 法

在水生生物研究所附近的东湖捕得带卵的淡水青虾,在实验室水族箱中饲养。箱内的水是事先用25号浮游生物网过滤的东湖湖水,掺以部分自来水,这样可使水中不含有任何虾类的幼体。待母虾腹部所带的卵孵化为幼体后,取出母体再一次进行种类鉴定。用吸管吸出幼体,逐个分养于50毫升或100毫升的盛有自来水的玻璃烧杯中;待腹足出现后再逐个移入200毫升的玻璃烧杯中。每天用自来水换水一次。换水前先检查幼体是否蜕皮,如发现有蜕下的旧壳,随即记录蜕皮一次并观察蜕皮后的幼体与旧壳在形态上的差异。幼体均在夜间蜕皮。每次换水后即喂食。

1979年5月28日收到。

* 在工作中曾蒙伍献文教授、白国栋副教授的亲切指导和关怀,作者在此致以深切的谢意。

刚孵出的第一期幼体 (first zoea) 以胚胎的卵黄为营养, 故不需喂食, 其他各期幼体均需喂食。曾用鸡蛋黄作为饲料, 没培养出后期幼体。后改为用 25 号浮游生物网从天然水体中捞取浮游生物, 然后用 13 号浮游生物网过滤。将过滤的浮游动物 (主要是桡足类六肢幼体、轮虫和原生动物)、浮游植物和细菌放入烧杯中并加进用热水杀死的未能通过 13 号浮游生物网的桡足类和枝角类的成体作为饲料。后又用海仙虫 (*Artemia*) (亦称卤虫) 的六肢幼虫作为饲料。用这两种饲料喂养都较顺利地培育出后期幼体。

整体图绘制时使用的标本是用氨基甲酸乙酯 (ethyl carbamate) 麻醉, 在装有绘图器的显微镜下绘出; 附肢是用 75% 酒精固定整体后解剖, 在显微镜下绘图。

结 果

本文所述的幼体, 以刚孵化出来的幼体叫作第一期幼体 (first zoea); 经过第一次蜕皮后, 称第二期幼体 (second zoea); 经第二次蜕皮后, 称第三期幼体 (third zoea), 余类推。除第一期幼体外, 各幼体仅描述与其前一期幼体在形态上的变化。

下述的各期幼体都是从同一窝孵化出来的个体用海仙虫的六肢幼虫饲养而成。

1. 第一期幼体

体长 (自眼眶前缘至体末端) (图版 I: 1) 2.1 毫米左右。复眼 1 对, 无眼柄, 与头胸甲 (carapace) 联接, 不能自由活动。额角 (rostrum) 短小, 额角与腹甲上没有刺和齿。头胸甲之前侧角具 1 对颊刺 (pterygostomian spine)。

第一触角 (antennule) (图版 I: 10) 1 对, 位于头之前端, 柄部不分节。顶端内侧为 1 细长的羽状刚毛。外侧为 1 粗短的棒, 其顶端具刚毛 1 根, 刺毛 4 根。

第二触角 (antenna) (图版 II: 19) 1 对, 双肢型 (biramous), 位于头之前端第一触角的外侧。柄部不分节, 在腹面上角有 1 刺。内肢 (endopodite) 棒状, 较外肢 (exopodite) 为短, 顶端具 1 羽状刚毛及 1 刺, 此内肢将逐渐演化为第二触角鞭 (antennal flagellum); 外肢扁平, 内缘及顶端共有羽状刚毛 8 根, 外缘有刺 2 根, 1 长 1 短。此外肢逐渐形成第二触角鳞片 (scaphocerite)。

大颚 (mandible) (图版 II: 29) 1 对, 在上唇后方, 为几丁质块。门齿部 (incisor process) 和臼齿部 (molar process) 区分不明显。门齿部具 2 大齿; 臼齿部平滑具 2 小齿。

第一小颚 (maxillule) (图版 II: 39) 1 对, 其底节 (coxa) 近口缘端具 3 刺及 1 细毛, 上缘具 1 毛; 基节 (basis) 近口端具 3 刺 2 齿, 内肢为唇状, 顶端具 2 细刺。底节和基节上的刺和齿皆不发达。

第二小颚 (maxilla) (图版 III: 49) 1 对, 双肢型, 原肢 (protopodite) 内侧形成 3 个片状突起, 其上分别有 2 至 4 根刺毛。内肢不分节, 两侧缘着生许多细毛, 顶端具 1 根羽状刚毛。基部的片状突起有 2 根刺毛。外肢为 1 宽大的片状突起成为颚舟片 (scaphognathite), 其两外侧缘列生许多细毛, 前端具羽状刚毛 3 根, 后端具粗和细的羽状刚毛各 1 根。

第一颚足 (first maxilliped) (图版 III: 59) 1 对, 双肢型。原肢 2 节, 基节内侧具 2 刺毛, 内肢短小, 不分节, 具 3 刺毛。外肢长大, 不分节, 顶端具 4 根羽状刚毛, 近顶端的内外侧各有细刺毛 1 根。

第二颚足 (second maxilliped) (图版 III: 69) 1 对, 双肢型。原肢 2 节, 基节的内缘有 1 长刺毛。内肢 4 节, 末节中部有 3 根细刺毛, 2 根生于外侧, 1 根生于内缘; 末端呈爪状, 爪的内缘列生细齿。末二节之内上角有 1 粗刺, 其内缘有细齿, 外缘则无。末三节和末四节上无刺或齿。外肢与第一颚足结构相同。

第三颚足 (third maxilliped) (图版 IV: 80) 1 对, 双肢型。底节退化, 基节内侧有 1 刺毛。内肢 3 节, 末节呈爪状, 中部内缘列生细齿, 外缘有 2 根细刺毛; 末二节的内上角有 2 刺, 其中 1 刺具细齿; 基部节的内缘具 2 细刺毛。外肢的结构同第一颚足。

第一步足 (first pereopod) (图版 IV: 90) 和第二步足 (second pereopod) (图版 IV: 100): 各 1 对, 皆为双肢型的芽 (rudiment), 其他步足尚未出现。

腹部分 6 节, 第六腹节与第七腹节尚未分离。第六腹节末端形成三角形尾扇 (tail fan) (图版 VI: 162), 其后缘的中央稍凹; 以此凹为中心两边相对而生的羽状刚毛共 7 对, 最外侧 2 对刚毛的外缘无毛。尾肢尚未发育出来。

腹足 (pleopod) 皆未出现。

第三腹甲背面中央及两外侧各有色素点 1 个。第一触角柄外上角有 1 个红色素点。

第一期幼体有明显的趋光性。孵出后头向下, 尾朝上倒悬于水中, 游动时腹面向上, 头仍稍向下倾斜。以后各期幼体在水中的栖息方式基本同此。愈近后期幼体阶段的幼体, 有时可短暂地背朝上在水中游动或在水底爬行。

2. 第二期幼体

体长 (测量方法同前) 为 2.3 毫米左右。头胸甲 (图版 I: 6) 具颊刺及眼后刺 (post-orbital spine) 各 1 对; 第五腹甲出现 1 对腹刺; 复眼有柄, 与头胸甲分离, 可自由活动。

第一触角 (图版 I: 11) 柄分 2 节, 基节之前端生 4 根羽状刚毛; 末节之内上角有 1 小突起, 其上具 2 细毛。

第二触角 (图版 II: 20) 柄的内上角刺变小, 内肢的刺变短小, 顶端新生出 2 根细刺毛。外肢的外缘新生出 1 小刺。

大颚 (图版 II: 30) 门齿部具 4 大齿, 臼齿部具 2 小齿和 3 刺, 在门齿部和臼齿部间出现 2 个齿。

第一小颚 (图版 II: 40) 底节狭长, 其上、下缘各生 1 刺毛, 近口缘具 3 刺毛; 基节近口缘具 4 齿和 3 刺, 内肢唇状, 具刺毛 1 根。

第二小颚 (图版 III: 50) 颚舟片前缘具 5 根刚毛。

第一颚足 (图版 III: 60) 底节的内上角具刺毛 1 根, 基节内缘具 4 根。内肢具 5 根。

第二颚足 (图版 III: 70) 内肢的末二节前端新生出 2 刺毛。

第三颚足 (图版 IV: 81) 的基节具 2 刺毛。内肢 4 节。

第一步足 (图版 IV: 91) 1 对, 为双肢型, 基节内缘具 2 刺毛。内肢 4 节, 末节为细长的爪, 爪上具 1 根细毛; 末二节的内上角具 2 长刺; 末三节外上角具 1 刺; 末四节的内缘具 2 刺。外肢的形态与第一颚足外肢同形。

第二步足 (图版 IV: 101) 1 对, 与第一步足同形, 仅外肢较短。

第三步足 (图版 IV: 110) 1 对, 为双肢型的芽。

第四步足尚未出现。

第五步足(图版 V: 125) 1 对, 为单肢型(uniramous)的芽。

第六腹节之末端仍为三角形尾扇(图版 VII: 163), 其后缘中央新生出 1 对刺, 最外侧 1 对刚毛外缘无毛。尾肢略现锥形。

幼体开始摄食。

3. 第三期幼体

体长(自眼眶前缘至尾节末端——以后各期幼体皆同此法) 2.5 毫米左右。额角背缘开始出现 1 齿及 1 突起。头胸甲上出现 1 个鳃甲刺(branchiostegal spine)。

第一触角(图版 I: 12) 柄部基节的内缘具 2 羽状刚毛, 外缘的外上角和中部各有 1 丛细的羽状毛; 外缘基部的隆起将发育成为柄刺(stylocerite), 其上方有几根细毛。柄部末节前缘的腹面具 2 羽状刚毛, 外侧粗棒状物的顶端具 1 刺毛和 3 根末端呈薄条状的感觉毛(aesthete)。内侧的小突起增大, 顶端为 1 长刺毛。此突起将逐渐演化为第一触角内鞭(inner flagellum)。

第二触角(图版 II: 21) 柄的内上角刺不明显, 内肢 3 节, 末节顶端具 4 根刺毛, 2 长 2 短; 外肢具 12 根羽状刚毛, 其外缘具 1 刺和 1 刺毛。

大颚(图版 II: 31) 较前一期幼体强大。

第一小颚(图版 II: 41) 底节具 5 刺毛, 唇状的内肢上具 2 极细的刺。

第二小颚(图版 III: 51) 的颚舟片前缘具 7 根羽状刚毛, 后端具 1 粗刚毛和 2 刺毛。

第一颚足(图版 III: 61) 内肢共具 4 根刺毛。

第二颚足(图版 III: 71) 内肢 3 节。

第三颚足(图版 IV: 82) 末二节的外上角生出 1 刺, 爪具 3 细毛。

第一步足(图版 IV: 92) 和第二步足(图版 IV: 102) 掌节(propodite) 的外上角各有 1 刺。第三和第五步足(图版 V: 111, 126) 较前一期幼体大。第四步足尚未出现。

腹部的第六与第七节分离。第七腹节分化为尾肢(uropod)与尾节(telson)(图版 VII: 164)。尾节为三角形, 后缘显著比基部宽, 后缘中央为 1 对细刺, 其两边相对列生 6 对羽状刚毛, 尾节的两外缘有 1 对刺。尾肢的外肢缘生 6 根羽状刚毛, 内肢尚未发育完全。

4. 第四期幼体

体长 3.0 毫米左右。额角(图版 I: 2) 背缘具 2 齿; 皆位于眼柄之后方。

第一触角(图版 I: 13) 柄部基节内缘具长短不等的羽状刚毛 4 根, 柄刺明显, 其上有几条细羽状毛; 腹面出现 1 粗刺。此粗刺连续出现于以后各期幼体, 随着各期幼体的成长而渐渐变大和明显。柄部末节前缘腹面列生 4 根长羽状刚毛。内鞭膨大变长, 其基部腹面具 2 细羽状毛。

第二触角(图版 II: 22) 外肢缘生羽状刚毛 15 根。

第一小颚(图版 II: 42) 底节下缘生出 1 刺毛。

第二小颚(图版 III: 52) 的颚舟片前缘及其两侧缘共具羽状刚毛 8 根。

第三步足(图版 V: 112) 演化为双肢型附肢, 较第一、二步足小。基节内缘生 1 短刺毛。内肢 4 节, 指节(dactylopodite) 为爪状, 其上具 1 细毛, 掌节的长度显著地长于宽度, 其内上角具 2 刺。长节(meropodite) 具 1 刺。外肢与第一期幼体的第一颚足同形。

第四步足出现(图版 V: 119) 1 对, 为双肢型的芽。

第五步足(图版 V: 127) 1 对, 单肢型, 6 节。指节细长, 爪状, 具细毛 1 根。掌节的长度显著地大于宽, 前端具 1 大刺和 1 细刺。腕节(carpopodite)的长几乎等于宽, 在前端后上角具 1 刺。长节的背缘具 2 刺, 坐节(ischiopodite)的长度小于宽, 前上角具 1 刺。

尾节(图版 VII: 165)的后缘稍宽于基部, 后缘的中央具 1 对细刺, 其两外侧具相对而生的羽状刚毛 3 对, 近中央的 1 对短小, 最外侧角为 1 对巨刺。两末端角各有 2 个不甚明显的齿状突起。尾肢(图版 VII: 165)的外肢缘生 11 根羽状刚毛, 外侧角具 1 刺, 内缘列生许多细毛。内肢缘生羽状刚毛 8 根, 外缘具 2 长刺毛, 外侧角列生许多细毛。

腹足尚未出现。

5. 第五期幼体

体长 3.7 毫米左右(图版 I: 3)。

第一触角柄的基节内缘列生长短不等的羽状刚毛 7 根。

第二触角(图版 II: 23)外肢缘生羽状刚毛 17 根(刚毛上的毛略去, 未绘出)。内肢顶端具 2 刺毛。

第一小颚(图版 II: 43)唇状内肢上具 1 较长的刺毛。

第二小颚(图版 III: 53)的颚舟片周缘着生长短不等的羽状刚毛 16 根。

第一颚足(图版 III: 63)的基节内缘列生刺毛 5 根。

第三颚足(图版 IV: 84)内肢末二节前缘的 3 个刺上具细齿。

第一、二步足(图版 IV: 94, 104)的掌节前缘的 3 个刺上都具细齿。

第三步足(图版 V: 113)与第一、二步足同形, 只是较小些。

第五步足(图版 V: 128)的指节近基部具 1 长刺; 掌节的顶端两外角各具 1 刺, 背缘列生 3 个大刺; 腕节顶端两上角各具 1 细刺。

第一、二、三、四、五对腹足(图版 VI: 134—138)出现, 皆为疣状突起, 分别成对地位于第一至第五腹节的腹面(图版 I: 3)。

尾节(图版 VII: 166)狭长, 后缘与基部几乎等宽, 两末端角的齿状突起较前为明显。尾肢(图版 VII: 166)的外肢缘列生羽状刚毛 15 根(刚毛上的毛略去), 外缘基部具 1 刺毛; 内肢缘列生羽状刚毛 12 根(刚毛上的毛略去)。

6. 第六期幼体

体长 4.0 毫米左右(图版 I: 4)。

第一触角(图版 I: 14)柄部基节的内缘列生长短不等的羽状刚毛 8 根, 柄部末节的前端腹面列生羽状刚毛 5 根; 内鞭变长成为棒状, 稍短于外侧突起, 其顶端具 2 刺毛; 外侧突起粗大, 顶端具 3 根末端呈薄条状的感觉毛, 顶端外缘的部分向前隆起, 具刺毛 1 根, 此隆起以后将演变成为外鞭(outer flagellum)。

第二触角(图版 II: 24)内肢 5 节, 末节顶端具刺毛 4 根, 末二节具刺毛 1 根; 外肢缘列生长短不等的羽状刚毛 22 根, 内缘近基部处列生许多细毛。

大颚(图版 II: 34)的门齿部和臼齿部间有 4 个刺, 臼齿部的大齿分叉。

第一小颚(图版 II: 44)的底节共缘生刺毛 7 根。

第二小颚(图版 III: 54)的颚舟片上缘生长短不等的羽状刚毛 24 根。原肢内缘的 3 个突起成为半圆形。

第一颚足(图版 III: 64)基节内缘列生5根刺毛,近内缘中部生1刺毛。外肢的外缘近基部处突起成弧形,上具羽状毛3根。

第三颚足(图版 IV: 85)末三节的外上角新生1刺。

第一步足(图版 IV: 95)的掌节变宽,内上角向前突出形成圆弧形的隆起,逐渐演化为不动的指(immovable finger),顶端生有2个带细齿的刺。腕节的前缘共生3刺。长节的外上角新生1刺。外肢的近顶端两外缘各具对生羽状刚毛2根。

第二步足(图版 IV: 105)与第一步足同形,仅腕节前缘中央无刺。

第三步足(图版 V: 114)腕节的内上角新生1刺。

第四步足(图版 V: 112)为双肢型附肢,基节内缘生1刺。内肢4节,爪具1毛;掌节内上角生2具细齿的刺;腕节外上角具1刺,长节内缘具2刺。外肢与第二期幼体的第一步足同形(图版 IV: 91)。

第五步足(图版 V: 129)掌节的背缘列生4个大刺,长节的腹上角具1刺。

第一、二、三、四、五对腹足(图版 VI: 139—143)皆为双肢型的芽。

尾节(图版 VII: 168)后缘较基部为狭,后缘的最外侧为1对巨刺,其间列生3对对生的羽状刚毛,中间的1对较两侧的为长。尾节的两外缘相对地列生3个大小不等的齿,愈近末端齿愈小。此3对齿将随体形的变化逐步移至尾节的背面。尾肢(图版 VII: 167)狭长,外肢缘列生20根羽状刚毛,近基节外缘生2细毛,内肢缘列生17根羽状刚毛(内外肢刚毛上的毛略去)。

7. 第七期幼体

体长4.3毫米左右(图版 I: 5)。

第一触角柄(图版 I: 15)的基节内缘列生9根长短不等的羽状刚毛,其背面中部具有1横列的细羽状毛,外缘基部的柄刺已十分明显;内鞭长棒状,其顶端具4根刺毛;外侧突起2节,基节的内上角具1根末端呈薄条状的感觉毛,末节具3根末端呈薄条状的感觉毛;外鞭1节,顶端具4刺毛。

第二触角(图版 II: 25)外肢缘生24根长短不等的羽状刚毛(刚毛上的毛略去)。内肢的顶部三节分别具3、2、2根细毛。

大颚(图版 II: 35)的门齿部与臼齿部间有5个刺。

第二小颚(图版 III: 55)颚舟片缘生长短不等的羽状刚毛28根。

第一颚足(图版 III: 65)基节的内缘和近内缘处列生刺和毛共9根;外肢基部的弧形隆起列生4根羽状刚毛。

第二颚足(图版 III: 75)内肢4节,末节上生5刺毛。末二节前缘具2刺,末三节的外上角生出1刺。

第三颚足(图版 IV: 86)末三节的前缘共具3刺,末四节外上角生出1刺。

第一步足(图版 IV: 96)的不动指较前发达,超过指节的1/2。长节的内缘中间具1刺而无内上角刺。

第二步足(图版 IV: 106)与第一步足同形,但较强大,且长节具1内上角刺。

第三步足(图版 V: 115)掌节的内上角和外上角各具长短不等的刺2根,长节的外上角生出刺1根。

第四步足(图版 V: 122)与第三步足同形,仅外肢稍短。

第五步足(图版 V: 130)7 节,掌节的背缘列生 6 个刺。坐节小,无刺。基节前上角具 1 刺。

第一至第五对腹足芽(图版 VI: 144—148)的基节、内肢和外肢已明显分化。

尾节(图版 VII: 169)后缘显著地比基部为狭。后缘的中央向后凸起,中央有 2 对羽状毛,外侧为 2 对刺,最外侧的刺最大。尾肢(图版 VII: 169)的外肢和内肢各具羽状刚毛 21 根(刚毛上的毛略去)。

第四对腹足的基部以及尾节与第六腹节的联接处有色素点。

8. 第八期幼体

体长 4.7 毫米左右。

额角(图版 I: 7)的背缘列生 3 齿,第二和第三个齿的前面各具 2 羽状毛。

第一触角(图版 II: 16)内鞭 3 节,末节的末端具刺毛 5 根,末二节内上角具 1 刺。外鞭 2 节,末节顶端具 5 毛。

第二触角(图版 I: 26)内肢 9 节左右,逐渐形成第二触角鞭(antennal flagellum),其长度已超过外肢(第二触角鳞片);外肢缘生羽状刚毛 31 根(刚毛略去)。

第一小颚(图版 II: 46)底节缘生刺毛 9 根,基节近口缘具大齿和小齿 8 个,上缘生出 1 刺;内肢具 1 羽状毛。

第二小颚(图版 III: 56)的颚舟片缘生 37 根羽状刚毛。

第一颚足(图版 III: 66)基节内缘和近内缘处共列生 10 根刺毛和 2 根毛;外肢基部隆起处列生羽状毛 6 根;内肢具 5 根刺毛。

第三颚足(图版 IV: 87)内肢末四节的内缘共具大小刺 3 根。

第一步足(图版 IV: 97)的长节内上角生 1 刺,不动指达指节的 5/6。

第二步足(图版 IV: 107)与第一步足相同。

第三步足(图版 IV: 116)长节的内上角具 1 刺,外肢与第六期幼体第一步足同形。

第四步足(图版 V: 123)的内肢与第三步足同形。

第五步足(图版 V: 131)座节变大,内上角具 1 刺。

第一至第五对腹足(图版 VI: 149—153)皆为双肢型。第一对腹足内肢小,外肢两外缘相对列生 4 对缺刻,此缺刻以后将生出刚毛。第二对腹足外肢内缘着生 2 羽状刚毛,内肢内缘生出 1 个小的片状突起,第三、四、五对腹足,除刚毛数目不同(或无刚毛)外,都和第二对腹足相同。第五对腹足小于其他四对。

尾节(图版 VII: 170)的后缘较基部更为狭小。尾肢的外肢具 27 根刚毛,外缘基部列生 3 细毛;内肢具 28 根刚毛。

9. 第九期幼体

体长 5.2 毫米左右。

额角(图版 I: 8)的背缘具 6 齿,第二、三、五齿前分别具有 4、2、1 根羽状毛。

第一触角(图版 I: 17)柄 3 节,末 2 节和末 3 节(基部的节)界限不甚明显,末三节的外上角有羽状毛数根,前缘中央有数根细毛;末二节外上角具羽状毛 2 根。外鞭 3 节,外侧突起的基节前缘具 3 根末端呈薄条状的感觉毛。

第二触角(图版 II: 27) 外肢缘生 23 根羽状刚毛(刚毛上的毛略去); 内肢 13 节。

第二小颚(图版 III: 57) 的颚舟片缘生 35 根长短不等的羽状刚毛。

第一颚足(图版 III: 67) 基节内缘列生 15 根刺毛。

第二颚足(图版 III: 77) 内肢 5 节, 末节生 8 根刺毛, 末 2 节前缘无刺, 外缘具 1 刺。

第三颚足(图版 IV: 88) 内肢末三节内缘中部生 1 刺; 末四节内缘列生大小刺 4 个。

第三步足(图版 V: 117) 长节内缘具 4 刺。第四步足(图版 V: 124) 与第三步足同形, 仅腕节前端中央多 1 刺。

第一至五对腹足(图版 VI: 154—158) 的外肢具刚毛, 第二、五腹足的内肢也具刚毛。

尾节(图版 VII: 171) 后缘比基部显著狭窄, 中央显著地向后凸出, 最外侧角两刺更粗大, 尾节两侧边的齿移至背面。

10. 后期幼体

后期幼体实际上是已完成变态的幼虾。体长约为 5.4 毫米。

头胸甲(图版 I: 9) 的眼后刺已消失, 仅具触角刺(antennal spine) 和鳃甲刺, 前者较后者为大, 鳃甲刺大约再经 3 次蜕皮, 逐渐移至肝区, 形成肝刺(hepatic spine)。额角在眼的前方向下倾斜, 其末端不超过第二触角鳞片的长度, 其背缘具 9—10 个齿, 第一个最大的齿位于眼之后方, 各齿间着生 1 至 4 根数目不等的羽状毛; 额角下缘具 1 至 2 齿并列生许多羽状毛。

第一触角(图版 I: 18) 柄分 3 节、基节最长, 其内缘具 10 根羽状刚毛, 外上角具 1 个巨刺, 基部具柄刺及平衡囊(statocyst), 平衡囊的上方具 1 纵列的细刺。第一触角柄的第二节内缘具 4 根羽状刚毛, 外上角具 2 刺毛, 其内列生 3 刺毛; 末节的内上角具 2 刺毛, 背面具 1 突起, 其上有几根短毛。第一触角的内鞭 8 节, 每节具 2 至 4 根不同数目的短羽状毛。外侧突起 4 节, 末两节各具 3 根薄条状的感觉毛, 第二、三末节各具 1 刺, 外鞭 6 节。

第二触角(图版 II: 28) 基节之外上角具 1 刺, 内肢(第二触角鞭约 25 节) 基部第一节的腹面有一突起, 上具 5 根刺毛。外肢具羽状刚毛 28 根(刚毛上的毛略去)。

大颚(图版 II: 38) 门齿部和臼齿部强壮并明显分离。

第一小颚(图版 II: 48) 底节上有许多刺毛。基节近口缘具 5 大齿及 4 刺, 近底节缘有许多小刺毛。内肢顶端具 1 突起及 1 弯曲的刺。

第二小颚(图版 III: 58) 的颚舟片上的羽状刚毛数目更多; 内肢为 1 片状突起, 其上无刚毛。原肢内侧的两片突起分化为底节和基节, 各具 5 和 7 根刺毛。

第一颚足(图版 III: 68) 双肢型。底节之内缘具长短不等的刺毛 6 根, 基节内缘具许多刺毛, 其内又生 1 列刺毛。内肢为 1 片状突起, 仅内缘具 1 羽状毛。外肢同第九期幼体, 基部外侧的突起具 9 根羽状毛。

第二颚足(图版 III: 78) 双肢型。基节退化。内肢 4 节, 末节(图版 III: 79) 扁平, 顶端列生许多羽状刚毛和刺毛; 末二节前端具 1 列刺毛, 外侧具 2 刚毛及 4 刺毛; 末三、末四节各在外上角具 1 刺毛。外肢与第一期幼体同形。

第三颚足(图版 IV: 89) 双肢型。基节退化。内肢 3 节, 各节都具许多刺毛; 外肢同第一期幼体。

第一、二、三、四对步足(图版 IV: 99, 109, 图版 V: 118) 皆为单肢, 外肢退化, 仅剩

1 突起。第一、二对步足皆为 5 节，各节上都有数目不等的细刺，指节与掌节之不动指形成钳状。第二步足比第一步足为强大。第三步足内肢 5 节、末节爪状，各节都有数目不等细刺。第四步足同第三步足。第五对步足(图版 V：133) 7 节，末节呈爪状，其上具 1 细毛。

尾节(图版 VII：172) 之后缘中央向后突出更甚，其上具 2 对长刺和 1 对刺毛。尾肢的基节外侧具 1 刺；外肢的外缘列生 11 或 12 根羽状毛及几根刺毛，内缘及末端共具羽状刚毛约 33 根左右和 2 刺；内肢具 33 根羽状刚毛，在外侧基部列生 5 根长刺毛。

第一、二、三、四、五对腹足(图版 VI：159—161) 的内肢和外肢上具羽状毛。

后期幼体的游动姿态显著地不同于以前各期幼体。它是背向上，腹向下作水平的游动和爬行，与成虾的姿态一样。

以上描述了从第一期幼体至后期幼体的形态特征和变态过程。在这过程中，幼体蜕皮的次数是不恒定的，有蜕皮 9 次就完成变态的；也有蜕皮 11 次或 14 次才完成变态的。因此，经过同样蜕皮次数的个体，其形态可以是不相同的。还必须指出的是完成变态所经历的蜕皮次数虽不同，但每个幼体在第一、二、三、四期幼体和后期幼体时其形态总是相同的，同时，根据尾扇的特征可以容易地区分出第一、二、三、四期幼体。

步足的发育顺序是恒定的，其发育情况见表 1。三年来，观察到幼体的步足芽的出现和变为附肢的时间及顺序都是如此，只第四对步足芽变为双肢型附肢的时期存在着变异。

表 1 步足发育的情况

发育阶段	第一对步足	第二对步足	第三对步足	第四对步足	第五对步足
一	—	—	○	○	○
二	+	+	—	○	—
三	+	+	—	○	—
四	+	+	+	— —	+
五	+	+	+	— —	+
六	+	+	+	+ —	+
七	+	+	+	+ —	+
八	+	+	+	+ +	+

○：步足未出现； —：步足芽； +：步足成为附肢

腹足芽在第四对步足芽出现后才出现，但出现于何期幼体则是不恒定的。

幼体发育的速度在一定程度上受到温度的影响，同样都用海仙虫幼体来饲养，当水温在 $26.5 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 时，发育快的个体经 21 天可完成变态，而水温为 $30.9 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ 时 16 天即完成变态。同一窝孵出的幼体培养在同样的条件下，其完成变态所需的时间也稍有差异。

讨 论

在淡水青虾的变态过程中，幼体蜕皮次数不恒定的事实，Broad (1957)^[5] 在培养

Palaemonetes pugio Holthuis 时也曾观察到。对于淡水青虾来说,这种情况的出现与腹足出现的早或迟有关,腹足出现早,幼体经历的蜕皮次数就少;反之则多。如腹足出现于第五期幼体时,则需蜕皮9次,出现于第九期幼体时,则蜕皮14次。而腹足出现的早、晚又可能与食物、温度条件有关。用浮游生物饲养时出现于第九期幼体;用海仙虫幼体饲养,当水温在25℃时,出现于第七期幼体,30℃时出现于第五期幼体。作者认为,如果食物、温度、氧气条件都良好,则幼体经历的蜕皮次数就会减少。

在饲养的个体中,曾经看到个别器官发育很快或畸形。例如,应在后期幼体的第一触角柄上出现的平衡囊提前于第九期幼体出现;第六期幼体的第三对腹足的右足显著地比其他腹足大而发育快,达到第七期幼体腹足的样子;第四期幼体尾节的两末端角极不对称,一个特别膨大,一个不明显等等。这些事实可能与食物、温度等条件及内分泌有关。

鸭脚七郎(1914)^[4]描述了淡水青虾的“孵化当时的幼体”、“孵化后第十二日的幼体”和“终期幼虫时代的幼体”三个类型。并绘有整体图和尾扇结构图,但缺乏详细的描述。看来,他描述的“孵化当时的幼体”与我们观察的第一期幼体相似,但他记载的幼体尾扇的羽状刚毛数目为6至7对,而我们的标本都是7对。他描述的“孵化后第十二日的幼体”同时具有第三和第四对步足芽,这在我们的标本中未曾见到。从他所描述的“终期幼虫时代的幼体”的头胸甲上具眼后刺、额角背缘具2齿和第一至第四对步足具外肢等特征来看,与本文所述的后期幼体很不相同。

沈嘉瑞(1939)^[6]所描述的淡水青虾幼体已由刘瑞玉(1949)^[7]指出,实际是秀丽白虾的幼体,所以与我们的标本完全不同。李文杰等(1963)^[2]、张建森等(1965)^[3]描述的第一期幼体与我们的观察大致相同,只是他们的描述未提及第三腹甲两侧的色素点和头胸甲上的颊刺。第二、三期幼体与我们的观察结果相似,仅第三、五对步足芽出现的时期有所不同。我们的标本出现于第二期幼体,而他们的标本都出现于第三期幼体。往后的各期幼体与我们的标本都有一些差异。这是自然的,因为幼体发育速度的不一致,经历同样蜕皮次数的个体,其形态不一定是相同的。

一些形态学上的特点,在幼体、幼虾和成体阶段是不同的。例如头胸甲上的刺,自第二期幼体至第九期幼体皆具眼后刺,而成体却没有;成体头胸甲上所具的触角刺和肝刺可能是由幼体时期的鳃甲刺和颊刺演化而来。直到后期幼体肝刺仍位于鳃甲刺的位置,需再经几次蜕皮才逐渐移位至肝区,变为肝刺。成体的大颚具有触须(mandibular palp),而在幼体及后期幼体皆无此构造。因此,作者认为只有经过培养和观察来确定每种虾的发育过程及其幼体的形态特征才是正确可靠的。

补述 在本文清稿定稿后,见到《动物学报》1979年第25卷第2期上刊登了张建森、孙小异的文章——“长江中下流六种淡水虾幼体发育的研究”,其中的一种为日本沼虾,即本文所描述的种类。张氏等1979年的文章与其1965年发表的文章相较,主要增加了“日本沼虾胚后幼体发育的速度”的资料。关于日本沼虾的幼体发育,此文与1965年的文章一样,也只描述了第一到第九期幼体的形态特征而未明显指出完成变态,培养到后期幼体。后期幼体是幼体完成变态的显著标志,它不但在形态上有别于幼体而且在生态习性上也与幼体阶段不同,是幼体阶段的结束和幼虾阶段的开始。目前世界上是用生产后期幼体数量的多少来衡量一个孵化场的生产能力和规模。两文(1965,1979)对第九期幼体

的描述存在着差异。但从两文对第九期幼体的描述来看似与本文描述的后期幼体有相似之处。但由于张氏等的两文中皆缺乏关于第九期幼体的整体图和详细的附肢图，说明文字也过于简略，因而难与本文的后期幼体作比较，肯定其是否已完成变态。

参 考 文 献

- [1] 刘瑞玉, 1955. 中国北部的经济虾类. 科学出版社。
- [2] 李文杰, 王菊女, 蒋全文, 张建森, 孙小异, 1963. 淡水青虾的生物学及池塘养殖的研究. 中华人民共和国水产部长江水产研究所、江苏省水产科学研究所, 调查研究报告, 1963, 第三十号, 第一辑: 1—30。
- [3] 张建森, 李文杰, 蒋全文, 王菊女, 孙小异, 1965. 关于青虾繁殖和发育的初步研究. 动物学杂志, 7 (4): 181—185。
- [4] 鸭脚七郎, 1914. 淡水产テナガエビ科及其幼虫. 动物学杂志(日), 26 (306): 183—187。
- [5] Broad, A. C., 1957. Larval development of *Palaeomonetes Pugio* Holthuis. *Biol. Bull.*, 112 (2): 144—161.
- [6]* Kwon, C. S. & Y. Uno, 1969, The larval development of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the laboratory. *Bull. Soc. Franco-Japonaise Océanogr.*, 7(4): 278—294.
- [7] Liu, J. Y. (刘瑞玉), 1949. On a Fresh-water Prawn, *Leander modestus* Heller, and its Larval Development. *Contr. Inst. Zool., Nat. Acad. Peiping*, 5 (5): 171—189.
- [8] Shen, C. J. (沈嘉瑞), 1939. The larval development of some Peking *Caridina*. *Nat. Univ. Peking Ann. Pap.*, 40: 169—201.

A PRELIMINARY STUDY ON THE LARVAL DEVELOPMENT OF FRESH-WATER PRAWN *MACROBRACHIUM* *NIPPONENSE* (DE HAAN)

Ge Minsheng

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

In China *Macrobrachium nipponense* (De Haan) is an important commercial fresh-water prawn, which is widely distributed in rivers, lakes and ponds.

This paper describes the larval development of this prawn under laboratory condition.

To complete the entire course of larval development, some larvae molt only nine times, others, however, molt 10, 11 or even 14 times. This report gives description of the 9-molting stage larval development, from first stage to ninth stage and postlarva, with detailed illustrations on the morphology of larvae and their appendages.

The duration of larval development was governed by water temperature. Under $26.5 \pm 1.3^\circ\text{C}$ the larvae accomplish their metamorphosis to the postlarval stage in 21 days, whereas under $30.9 \pm 1.2^\circ\text{C}$, they require only 16 days.

* 未见到原文。

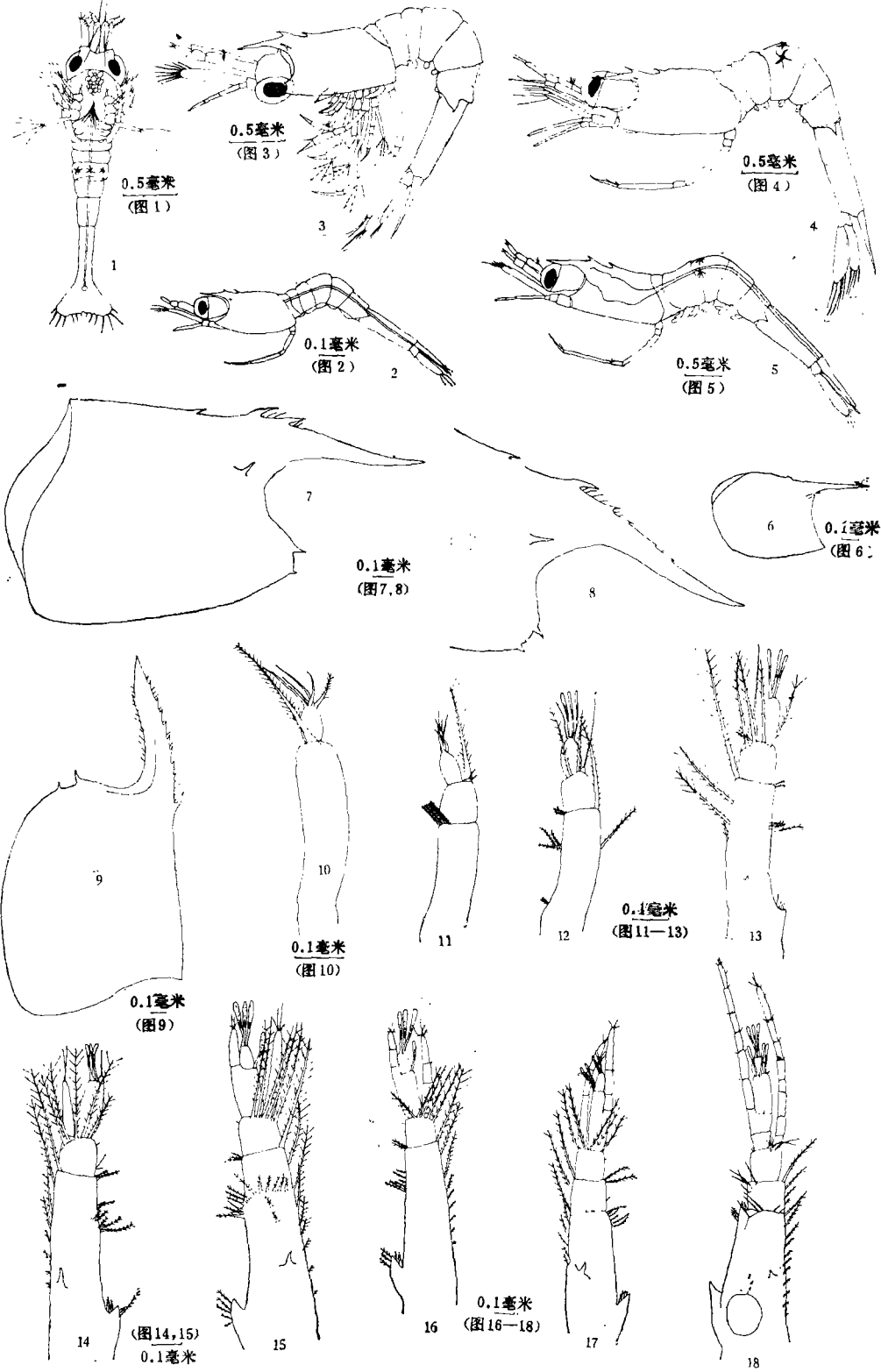


图1 第一期幼体整体图 图2 第四期幼体整体图 图3 第五期幼体整体图 图4 第六期幼体整体图 图5 第七期幼体整体图 图6 第二期幼体头胸甲 图7 第八期幼体头胸甲 图8 第九期幼体头胸甲 图9 后期幼体头胸甲 图10—18 依次为第一、二、三、四、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第一触角

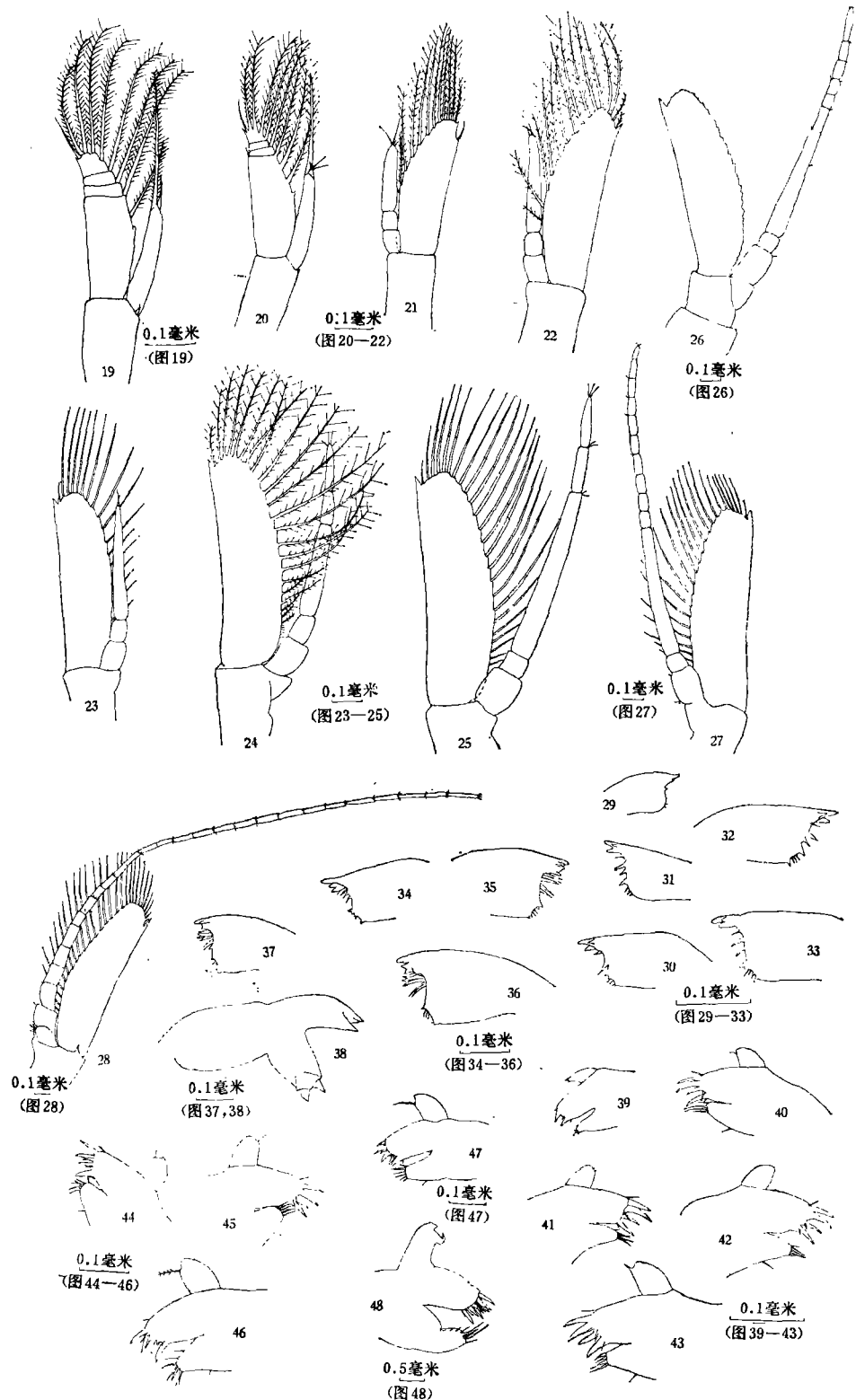


图 19—28 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第二触角 图 29—38 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的大颚 图 39—48 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第一小颚

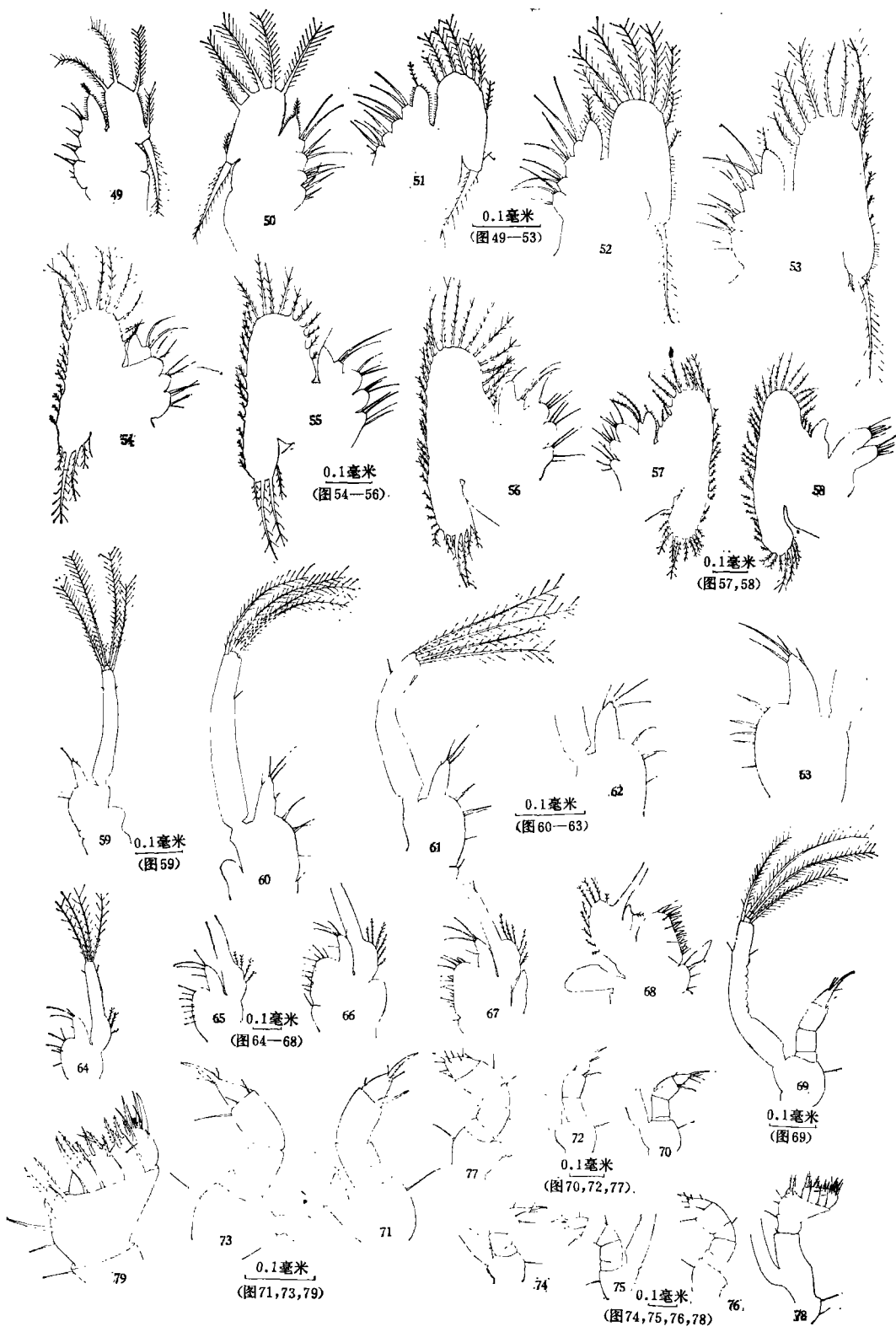


图 49—58 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第二小颚 图 59—68 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第一颚足 图 69—78 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第二颚足 图 79 后期幼体第二颚足的末节和末2节

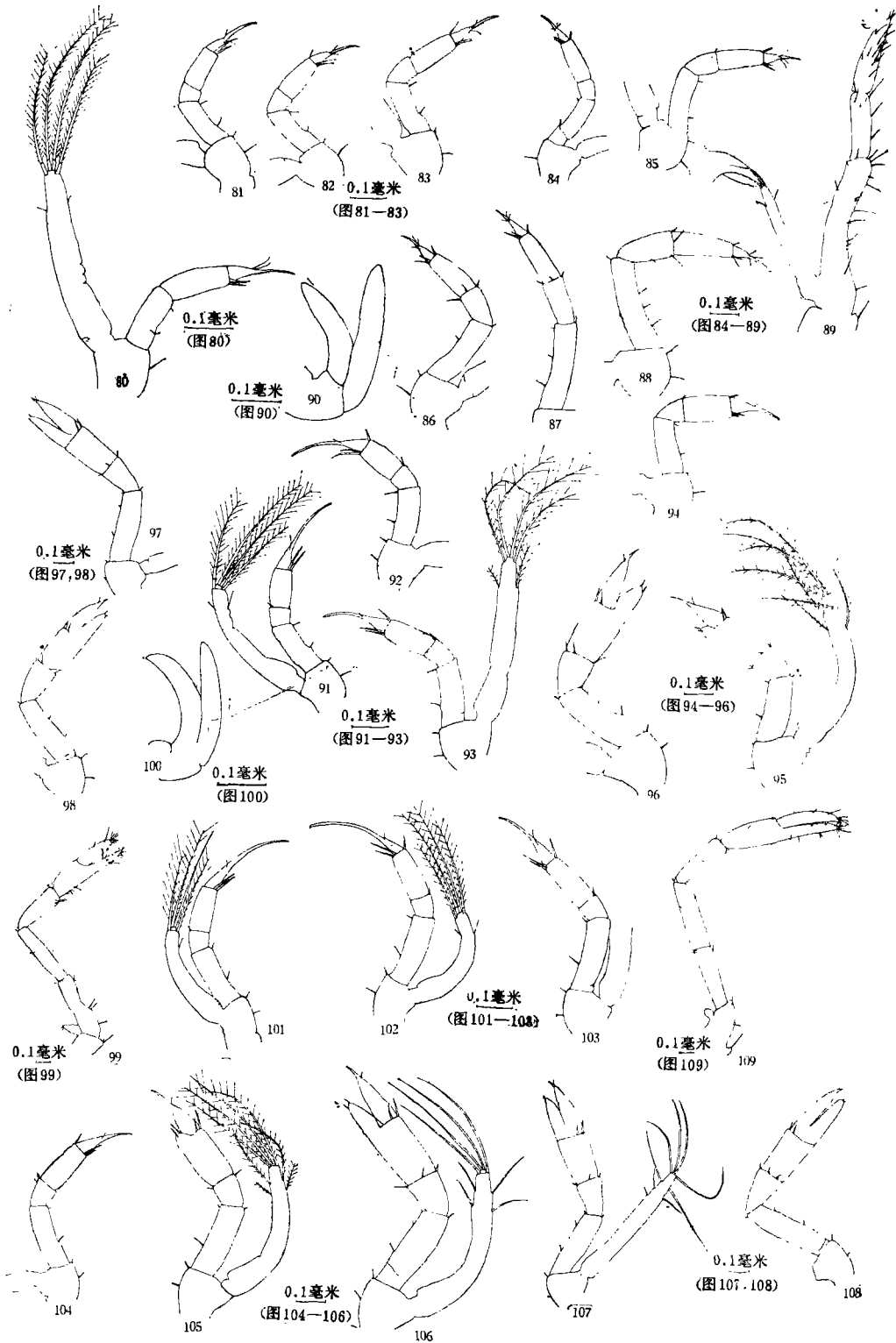


图 80—89 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第三颚足 图 90—99 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第一步足 图 100—109 依次为第一、二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第二步足

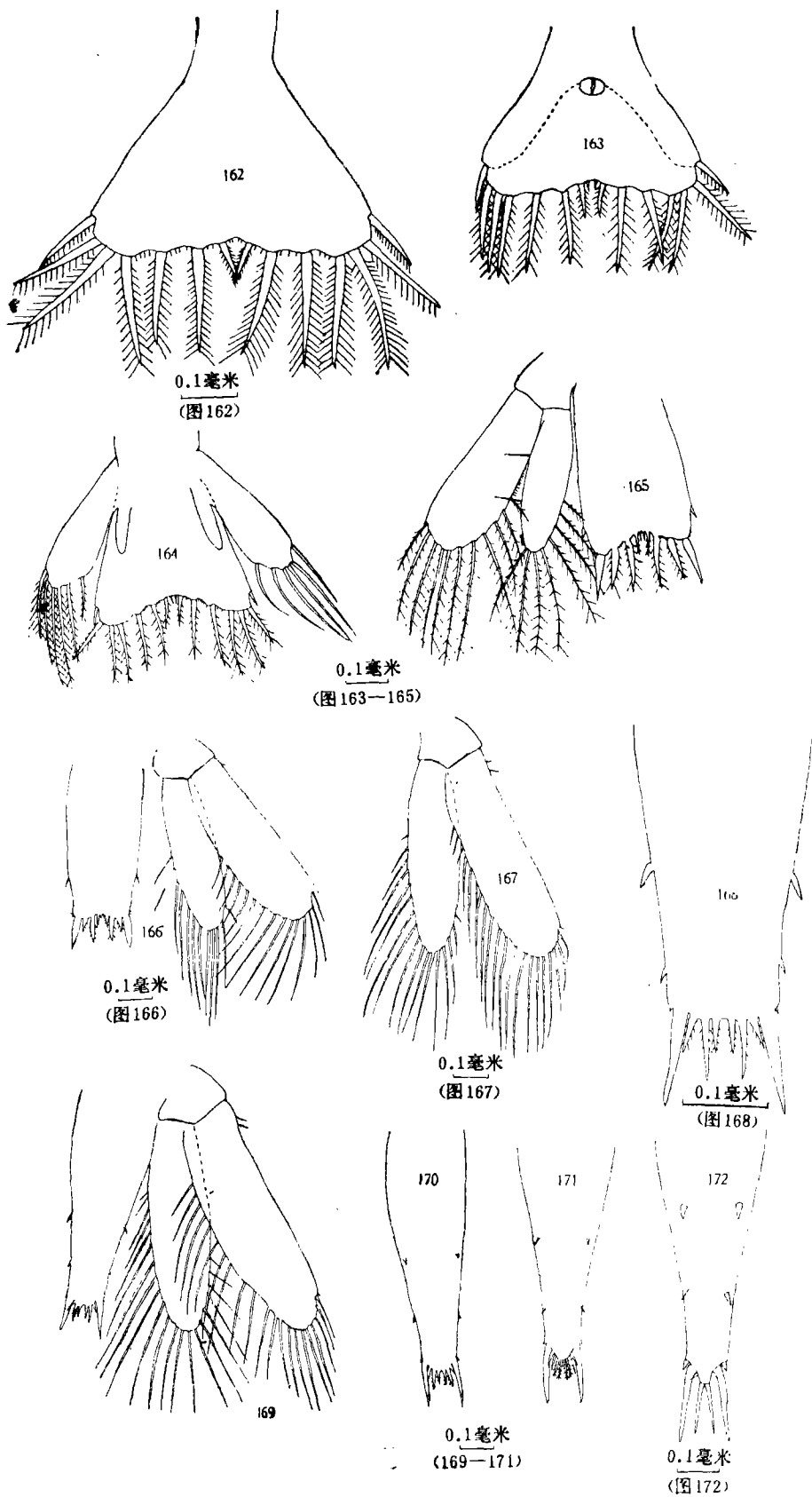


图162—163 依次为第一、二期幼体的尾扇 图164—166 依次为第三、四、五期幼体的尾肢和尾节 图167 第六期幼体的尾肢 图168 第六期幼体的尾节 图169 第七期幼体的尾肢和尾节 图170—172 依次为第八、九期幼体和后期幼体的尾节

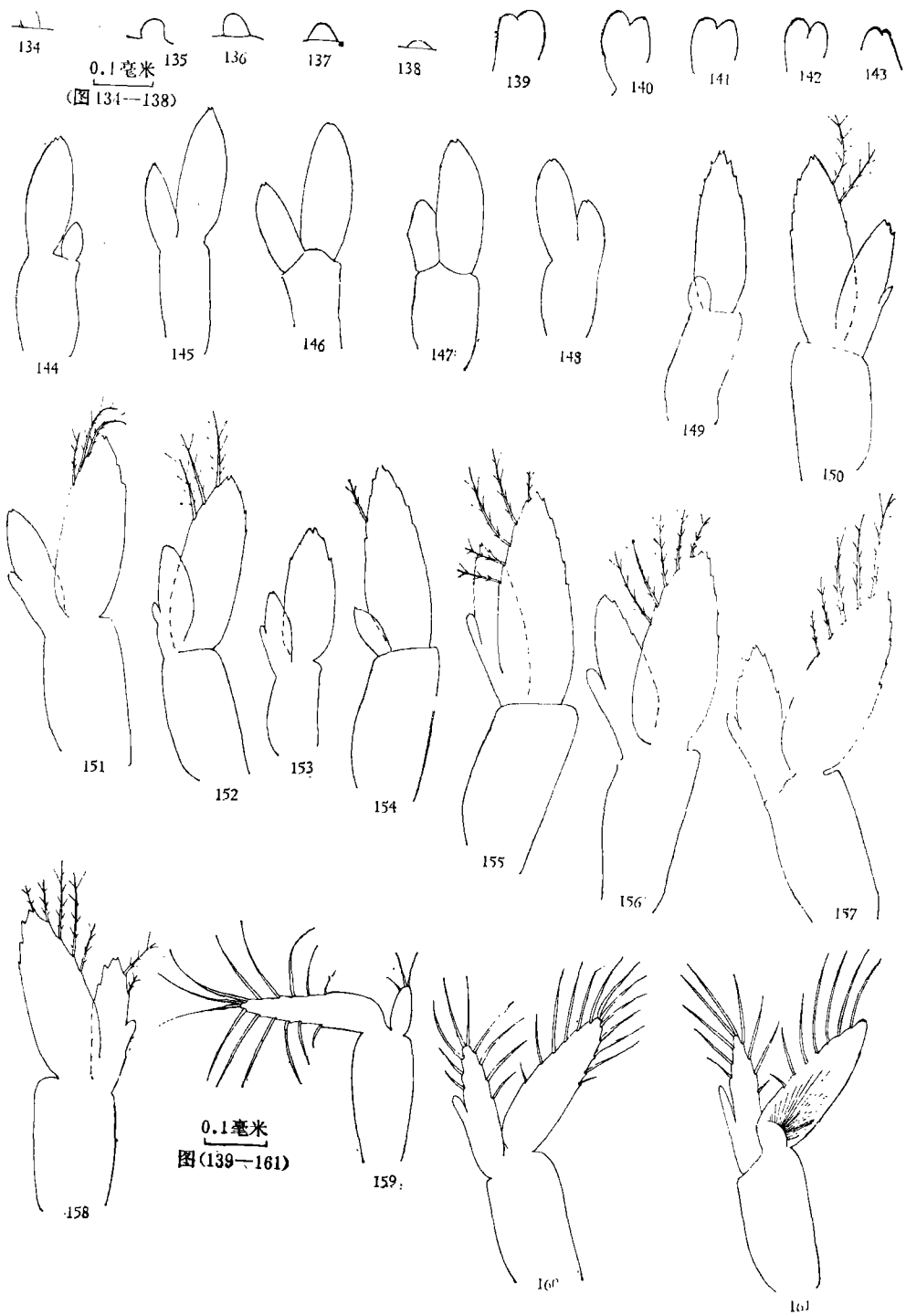


图 134—138 依次为第五期幼体的第一、二、三、四、五腹足 图 139—143 依次为第六期幼体的第一、二、三、四、五腹足
图 144—148 依次为第七期幼体的第一、二、三、四、五腹足
图 149—153 依次为第八期幼体的第一、二、三、四、五腹足 图 154—158 依次为第九期幼体的第一、二、三、四、五腹足
图 159—161 依次为后期幼体的第一、二、三腹足

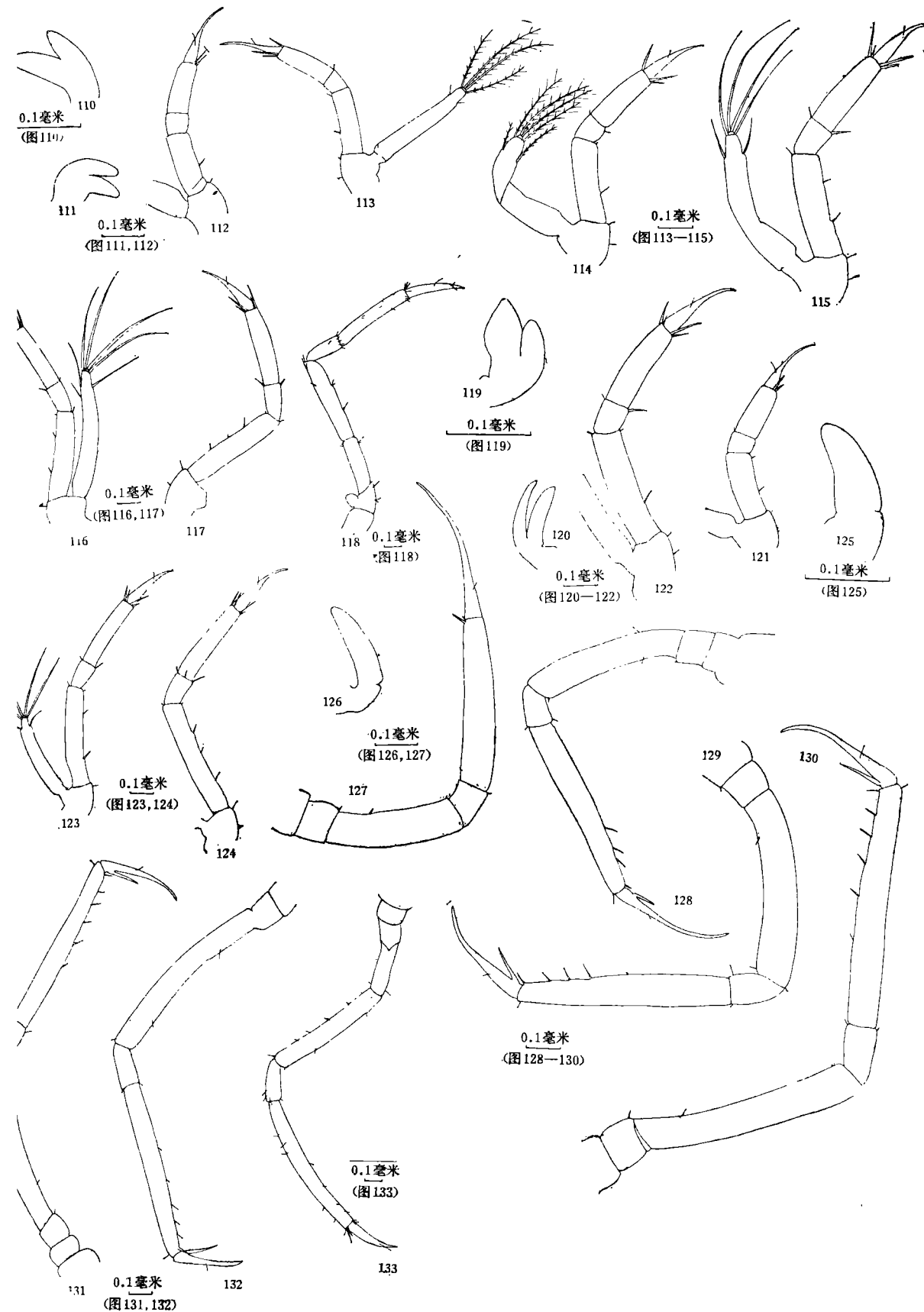


图 110—118 依次为第二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第三步足

图 119—124 依次为第四、五、六、七、八、九期幼体的第四步足

图 125—133 依次为第二、三、四、五、六、七、八、九期幼体和后期幼体的第五步足