

日本新糠虾胚胎发育及母体大小与幼体关系研究

王小艳 杨筱珍 王金锋 吴旭干 赵柳兰 成永旭

(上海海洋大学,上海高校水产养殖学 E 研究院,上海 201306)

摘要:采用组织学方法对日本新糠虾 (*Neomysis japonica*) 胚胎发育过程进行系统研究,并采用统计学方法分析了日本新糠虾母体体长与新孵幼体个数及新孵幼体体长间的相互关系。结果表明:日本新糠虾整个胚胎发育过程在卵囊内完成,约需要 8d(176—188h)。其发育过程可分为 3 个阶段,细分为 7 个时期。以胚胎脱膜和蜕皮情况将胚胎发育划分:卵期、无眼幼体期和有眼幼体期 3 阶段,其中卵期阶段包括:受精卵期、囊胚期、原肠期和前无节幼体期;无眼幼体期阶段包括:无节幼体期和后无节幼体期;有眼幼体期阶段即为眼柄期。卵期约占整个胚胎发育时期的 21.2% (40h);无眼幼体期是胚胎发育的主要时期,约占整个胚胎发育时期的 48.9% (92h),其中肠、触角的分叉、心跳、眼点色素、腹部分节等都发生在此期;有眼幼体期约占整个胚胎发育时期的 27.6% (52h)。日本新糠虾母体体长与新孵幼体个数和新孵幼体体长间均有明显的正相关。这些结果不仅为丰富糠虾基础生物学内容提供理论资料,而且还可为糠虾的人工养殖提供参考。

关键词:日本新糠虾;胚胎发育;分期

中图分类号:Q132.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3207(2009)05-0851-09

糠虾类是水域生态系统中的重要组成部分,在水生生态系统的结构、功能和生物生产力中占有重要的位置,是鱼类的天然良好饵料,对水产经济动物的养殖意义重大^[1,2]。此外,糠虾类是一种对外环境很敏感的生物,研究表明其敏感性高于其他常见生物,如溞类、桡足类、双壳类、十足类和鱼类,现已被国际上列为环境监测生物^[3,4]。同时糠虾也可食用,如江浙及河北等地将糠虾鲜食或制成虾酱。

目前,国外已有大量有关糠虾新种发现^[5,6],不同糠虾生长、性成熟和繁殖的生物学报道^[7-12]。但有关其发育生物学的研究报道很少见^[13]。由于糠虾种类繁多,分布地域广泛,其生物学特性存在明显差异^[14]。在我国常见的是新糠虾属^[15,16]。目前仅见对其毒性实验、消化系统和生殖系统发育的简单报道^[10,11,17-22],而有关其发育生物学的研究尚未见有报道。日本新糠虾隶属于节肢动物门(Arthropoda)、甲壳纲(Crustacea)、软甲亚纲(Malacostraca)、糠虾目(Mysidacea)、新糠虾属。

本研究将全面观察日本新糠虾胚胎发育的过程,并对母体体长、新孵幼体个数和新孵幼体体长进行测量统计,为丰富有关糠虾基础生物学资料及其人工养殖提供理论资料。

1 材料与方法

1.1 实验用虾与养殖管理 随机选取体色好,健康活泼且肢体健全的成年日本新糠虾作亲虾(取自实验室饲养的繁殖五代以上)。雌虾和雄虾亲本平均体长分别为(8.90 ± 0.40) mm 和 (8.60 ± 0.60) mm。以 1:2 的雌雄比例放养于 1000 mL 的大烧杯中,每个烧杯共放养 15 只新糠虾亲本。每天吸污和换水(全水体的 1/3),各一次。并投喂 24h 孵育的新鲜卤虫。养殖水体的温度约为 20℃,盐度为 15。每天 12h 光照 12h 黑暗。每隔 2h 观察一次亲虾的抱卵情况,发现有抱卵虾则将其转移至 500 mL 的烧杯中单养,并在烧杯上标注准确的抱卵时间。雌虾抱卵当日即受精卵出现之时,记为 0h。取出抱卵虾后的亲虾烧杯中,补充

收稿日期:2009-02-16;修订日期:2009-06-10

基金项目:国家自然科学基金(30700609);上海市教育委员会 E 研究院建设项目(项目编号:E03009)资助

作者简介:王小艳(1983—),女,汉族,锦州人;学士;专业方向为水产动物营养与繁殖学。Tel: 021-61900417; E-mail: yanzisilentwater@126.com

通讯作者:成永旭,教授,博导;Tel: 021-61900417; E-mail: yxcheng@shfu.edu.cn

相应数目及大小的雌虾。

1.2 胚胎形态观察及其发育分期 对受精后的雌虾,每隔 2h分离其育卵囊内的胚胎。在显微镜 (OlympuBX-41)及解剖镜 (OlympusSZX7)下观察育卵囊内的胚胎从受精卵至孵出后形态的变化。对不同形态胚胎或幼体进行拍照,并测量其大小 (测其长径)。部分胚胎样品经 Bouin 's液固定,石蜡切片, H. E 染色,进行组织结构观察。参照 Wittmann^[13]对窄糠虾属糠虾胚胎发育分期标准,即将糠虾胚胎发育粗分为胚胎期,无节幼体期和后无节幼体期,结合日本新糠虾胚胎发育的特点,对日本新糠虾胚胎发育进行细致分期。

1.3 母体体长、新孵幼体个数和新孵幼体体长 测量孵出幼体后母体的体长 (从额角尖端至第六腹节末端的长度) (近 50个)^[23]及新孵幼体体长。并记录每一母体孵出幼体的个数。这些数据将被用于母体体长、新孵幼体个数与新孵幼体体长间相关性分析。

1.4 数据分析 采用 SPSS 13.0 软件对实验数据进行统计分析,用 Levene法进行方差齐性检验,不满足齐性方差时对百分比数据进行反正弦或者平方根处理,采用 ANOVA对实验结果进行方差分析,采用 Tukey 's法进行多重比较,取 $P < 0.05$ 为差异显著,在 EXCEL上绘制相关图表。

2 结果

2.1 日本新糠虾胚胎发育所需时间

日本新糠虾亲虾交配发生于黎明前的黑暗环境中,尤其是午夜 12 00至凌晨 06 00间居多,而幼体的孵出多发生在 176—188h时间段的黎明时间。因此,日本新糠虾的胚胎发育,从受精至日本新糠虾幼体从育卵囊内孵出,所需时间约 8d。

2.2 日本新糠虾胚胎发育的特征

日本新糠虾胚胎发育在母体的育孵囊中完成 (图版 -1),经 8d左右的孵化后,幼体被释放入水体。新孵幼体体长约为 $(2215.60 \pm 11.40) \mu\text{m}$,其外形与母体相似。日本新糠虾胚胎在同一母体中的发育基本同步,也有极少数个体在胚胎发育早期出现不同步现象。通过对育卵囊内日本新糠虾受精卵、胚胎及幼体形态变化及主要特征的出现,将日本新糠虾胚胎发育的过程分为 3个阶段,细分为 7个时期,分别用 - 表示 (表 1)。3个阶段分别为卵期、无眼幼体期和有眼幼体期。以卵期胚胎的卵裂情况和触角尾叉等的发育情况将卵期细分为:受精卵期、囊胚期、原肠期和前无节幼体期;以眼点的出现与否为依据将无眼幼体期细分为 2个时期,即无节幼体期和后无节幼体期;有眼幼体期又可称为眼柄期。各期的形态特点描述如下:

表 1 日本新糠虾的胚胎发育
Tab. 1 Embryonic development of *Neomysis japonica*

分期 Stage	各期名称 Denom ination of stages	发育时间 Development time (h)	持续时间 Lasting time (h)	主要特征 Leading character	图版 Plate
	受精卵期 Zygote substage	0	6—10	受精卵大小约为 $(548.88 \pm 58.08) \mu\text{m}$,多呈卵圆形,3至 6个受精卵为一组,外面包有一薄而软的透明膜,受精卵内有泡状卵黄物质,表面较光滑	-1, -2
	囊胚期 Blastula substage	6—10	6—14	出现表面卵裂,受精卵出现动物极和植物极,胚胎大小为 $(568.30 \pm 28.84) \mu\text{m}$	-3, -4
	原肠期 Gastrulae substage	16—20	8—16	受精卵近动物极端出现表面内陷将胚胎分成大小 2个部分,胚胎长径约为 $(583.60 \pm 22.19) \mu\text{m}$	-5, -6
	前无节幼体期 Egg-nauplius substage	28—32	8—16	分化出羽状尾叉,第一触角和第二触角,此期末幼体破膜而出	-7, -8, -9
	无节幼体期 Nauplius substage	40—44	66—74	蛆状幼体,胸部出现带状胸肢雏形,尾肢基部中间出现一深沟,背部出现分裂沟,头端的顶端出现眼点色素将着色的凹槽,出现线状肠雏形,第一触角分叉,出现心跳	-10, -11, -12, -1
	后无节幼体期 Eggmetanauplius substage	110—114	18—26	眼点色素出现,尾肢分化出内外肢,腹部分节,卵黄物质主要分布于头胸部及消化道,幼体外有皮包裹,此期末出现一次蜕皮	-2, -3, -4, -5
	眼柄期 Eyestalk substage	132—136	44—52	眼柄出现,头胸甲出现,肝胰腺出现,双肢型胸肢出现,腹节处出现腹肢,胸部小颚可见,卵黄物质仅存于头胸部,出现中肠前盲囊	-6, -7, -8, -9

受精卵期 Zygote substage (): 此期从受精卵开始。受精卵发育早期多呈卵圆形, 色为亮灰色或稍暗。3至6个受精卵为一组, 其外有薄而软的透明膜包裹, 此膜与受精卵贴合并不紧, 随着时间的推移此膜会慢慢消失 (图版 -2)。每个受精卵外包一透明的卵膜, 卵与卵膜紧密贴合, 此时卵膜不易被发现, 可从一些退化的卵中发现。在这一时期, 卵膜始终是透明的。受精卵一端聚集着几个大的泡状物为卵黄物质 (图版 -2), 泡状物所在端向上。受精卵的发育后期, 一部分卵开始和卵膜分离, 因相互挤压卵的形态出现多样化, 多呈椭圆形、菱形和三角形等。

囊胚期 Blastula substage (): 此时胚胎均与卵膜部分分离, 卵收缩致使卵径比前一期小, 但卵膜直径并没有明显变化。卵表面向上的一侧开始出现表面卵裂 (图版 -3), 周围卵面也变得粗糙。卵裂进行得也较快, 很快区分出动物极 (图版 -4), 细胞的发育分化从此处开始。同时卵黄物质开始向发生卵裂的对侧移动, 此处比重较大, 位于卵的下端, 卵裂速度也较慢, 为植物极 (图版 -4), 未发现囊胚腔。

原肠期 Gastrulae substage (): 此期胚胎的动物极细胞越来越小, 卵的粗糙面也变大, 并开始内陷形成半圆形内胚层沟 (图版 -5), 半圆形内胚层沟继续发生内陷, 最终将胚胎分成大小2个部分。此后那一小部分形成小胚质 (图版 -6), 之后小胚质上面的细胞团则逐渐发育变大突出, 这一小部分胚质将继续发育分化。

前无节幼体期 Egg-nauplius substage (): 此期胚胎发育仍在卵膜内, 胚胎与卵膜贴合较紧密, 卵径略有增加。原动物极小胚质收缩变形, 分化出尾部及附肢 (图版 -7)。去除卵膜观察发现, 可见前无节幼体前端粗大, 为头端, 已具两对附肢, 此附肢即为第一和第二触角 (图版 -7, 9)。卵黄泡状物主要集中于前端, 后端较细短, 为尾端, 已具羽状尾叉 (图版 -8), 其后将发育成尾肢外肢后端边缘的羽刺。此期以幼体用腹部触角和尾叉刺破卵膜出来为终点, 此次为胚胎的首次破膜。至此胚胎的卵期阶段结束, 开始下一阶段的发育。

无节幼体期 Nauplius substage (): 胚胎发育在此期间已由卵圆形逐渐变为蛆状幼体 (图版 -10, 11), 前后端上翘, 中部下凹, 并且由后向前逐渐变得粗壮。受精卵历经62—64h腹部出现腹肢雏形。受精卵历经70—74h胸部开始出现胚带状胸

肢雏形。从受精卵开始历经大约在78—84h间, 尾肢基部中间出现一深沟 (图版 -1), 这一深沟将尾部分为左右两部分, 为尾肢的进一步分化成内外肢做准备。大约80—84h头胸部前端慢慢细化变钝, 背部出现分裂沟, 之后再经20h左右背部被分为两部分, 接着这两部分的头端的顶端会出现凹槽, 眼点色素将在此处着色 (图版 -1)。受精后的92—96h开始出现线状肠雏形 (图版 -1)。此期开始于胚胎首次破膜而出时, 刚刚破膜而出的幼体具两对附肢, 分别是第一和第二触角, 随着幼体继续发育第一对触角基部逐渐变粗, 大约100—104h出现分叉 (图版 -12)。受精后大约100—104h后, 背面观可见泡状物间有一细线状物在跳动, 出现心跳期 (图版 -1)。

后无节幼体期 Egg-metanauplius substage (): 此期亦可称为眼点色素期, 此期开始在头胸部上端的两部分凹槽处出现小细条状的淡黄色眼点色素 (图版 -2)。随着幼体的不断发育, 可见眼点形状变大变圆, 且颜色渐深, 从受精卵开始的大约118—122h出现明显的两部分眼点基部, 侧面观可发现眼点逐渐变为近半球形, 黑色, 且眼点上有辐射状条纹 (图版 -5)。大约120—128h尾肢的内外肢已可以分辨出来 (图版 -4), 同时腹部出现分节 (图版 -2)。此期过程中, 解剖镜下可见泡状卵黄物质的蠕动。对后无节幼体初期进行切片染色, 发现卵黄物质主要存在于头胸部, 而且肠道内及周围也有分布 (图版 -3)。此期末, 幼体外包裹一透明膜 (图版 -5)。此期以幼体蜕皮而出为截止点。

眼柄期 Eystalk substage (): 幼体经第一次蜕皮后眼柄形态已形成, 但尚未与头胸部分开。随着时间推移眼柄逐渐与头胸部分开, 复眼面积逐渐增大并集中于眼柄顶端。从受精卵开始大约132—136h胸部可见肝胰腺雏形 (图版 -6), 解剖镜下可见肝胰腺雏形上有蠕动的卵黄物质。头胸甲形成, 但头胸甲较小且透明, 没有覆盖整个胸部 (图版 -6), 之后, 随着幼体的发育头胸甲也渐渐变大成扇状, 薄而透明, 且并未完全与胸部愈合。腹部逐渐分成6节, 腹节处各有一对针刺状突起, 即为腹肢 (图版 -7)。此时, 胸部的第二触角已有鳞片。胸肢八对, 且为双肢型, 另有两对粗的短棒状胸部附肢隐约可见, 位于胸肢前端为小颚雏形 (图版 -7)。幼体经170—174h出现黑色中肠前盲囊 (图版 -8)。对此期末幼体进行切片

染色,观察到卵黄物质主要存在于头胸部(图版-9)。此期末幼体形态已同仔虾相似。幼体在育卵囊内将被释放入水体时体长大约为 $(2143.63 \pm 0.32) \mu\text{m}$ 。

2.3 新孵幼体特征

从育卵囊内新孵出的日本新糠虾幼体,体长大约在 $(2155.41 \pm 13.00) \mu\text{m}$ 至 $(2627.89 \pm 0.08) \mu\text{m}$ 之间。刚刚孵出的幼体在水中悬浮,形态与期孵出前基本相同。头胸部与腹部几乎等长。第一与第二触角前伸,可见第一触角分为内外两鞭,外鞭较长,外鞭的柄部强健且分为3节,柄部顶端还有一个不分节的长突起,内鞭上布满小刺(图版-10)。第二触角强健且分节,第二触角外有鳞片羽状(如图-10)。头胸甲前端有一较短的额角慢慢生出,且与头胸甲间形成一明显颈沟(如图-11)。大约经历1—2h后幼体可在水体中慢游,尾肢的内肢上平衡囊逐渐由点状变大呈近三角形,平衡石逐渐出现(如图-12)。头胸部仍散布有卵黄泡状物(如图-11),但这些小的泡状物会逐渐被吸收完毕,刚刚孵出的幼体的肝胰腺为灰白色,中肠前盲囊为灰黑色。腹节的最后一节较长且较透明。

2.4 母体体长与抱卵数和新孵幼体体长间相关性分析

对母体体长($n=42$)及每个母体所孵出的新孵幼体的体长及数量进行统计后发现:母体平均体长、新孵幼体的平均数量和新孵幼体的平均体长分别为 $(9.30 \pm 1.70) \text{ mm}$ 、 $(7.10 \pm 1.60) \text{ ind.}$ 、 $(2.20 \pm 0.10) \text{ mm}$ 。对日本新糠虾母体体长与新孵幼体个数和新孵幼体体长间进行相关性分析后发现:日本新糠虾母体体长与新孵幼体个数和新孵幼体体长间均有明显的正相关,其中以母体体长与新孵幼体体长间的关系更为明显(图1、图2)。

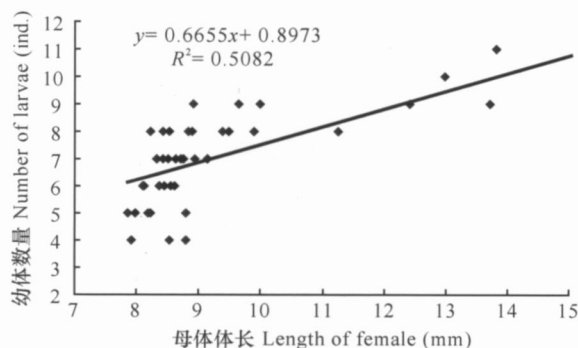


图1 母体体长与幼体数量间关系

Fig. 1 The relationship between the length of the female and the number of larvae

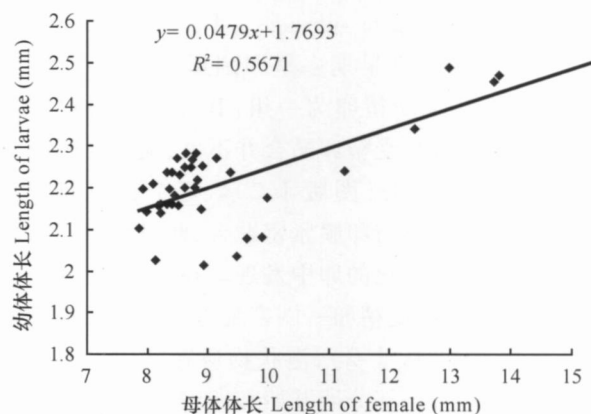


图2 母体体长与幼体体长的关系

Fig. 2 The relationship between the length of the female and the length of the larvae

3 讨论

3.1 胚胎发育所需时间

本研究发现,日本新糠虾所生活的温度为 20°C ,其胚胎发育(从受精卵至新孵幼体)时间约为8d,这比热带种 *Metamysidopsis insulatis* 的时间略长(其生活水温为 32.5°C 左右),其胚胎发育仅需要5.5d^[24],却比生长在寒带澳大利亚塔斯马尼亚岛上的 *Anisomysis mixta australis*, *Tenagomysis tasmaniae* 和 *Paramesopodopsis rufa* (其生活水温约为 15°C 左右),胚胎发育时间(均在20d以上)要短^[25]。这可能与糠虾生活在不同纬度、气候条件下其胚胎发育所需时间不同有关。Johnston, et al.^[25]也证明,同一糠虾在不同温度变化下,胚胎发育所需时间也各不相同,如 *Anisomysis mixta australis* 其在 13°C 和 17°C 水温中胚胎发育时间分别为22d和15d,而 *Paramesopodopsis rufa* 在相同的温度下,胚胎发育分别约为28d和20d,温度的提高能加速胚胎的发育和幼体的孵出。此外,同一地域不同种类的糠虾其胚胎发育时间也不相同,如生活在澳大利亚塔斯马尼亚岛上的 *Anisomysis mixta australis*, *Tenagomysis tasmaniae* 和 *Paramesopodopsis rufa*,在秋季(13°C)时,三种糠虾胚胎发育时间分别为22d、23d和28d。

有不少学者认为,糠虾受精卵的大小与母体体长及受精卵发育时间有关^[13, 24, 26]。母体体长越大,胚胎直径越大。如 Fenston, et al.^[27]发现 *Anisomysis mixta australis*, *Tenagomysis tasmaniae* 和 *Paramesopodopsis rufa* 的受精卵平均直径分别为 $(0.41 \pm 0.03) \text{ mm}$ 、 $(0.43 \pm 0.03) \text{ mm}$ 和 $(0.57 \pm 0.09) \text{ mm}$,而它们母体平均体长分别为 $(6.10 \pm 0.90) \text{ mm}$ 、 $(7.70 \pm$

0.70) mm和(10.30 ±0.70) mm。本研究发现,日本新糠虾的受精卵直径约为(0.55 ±0.06) mm,明显介于 *Tenaganysis tasm aniae* 和 *Paramesopodopsis rufa* 之间,而本实验所用日本新糠虾母体体长平均为(8.90 ±0.40) mm,也介于 *Tenaganysis tasm aniae* 和 *Paramesopodopsis rufa* 之间。这似乎说明日本新糠虾受精卵大小与母体体长间也附合这种规律,但是否能仅通过母体大小来推断受精卵大小还有待于更多的数据加以支持。此外,虽然 Johnston, et al.^[25]曾提出糠虾受精卵的大小也影响胚胎发育的时间,而本实验所研究的日本新糠虾发育时间却明显少于以上糠虾,与上述观点不符,但这种差异可能与温度及种属有关。Fockedey, et al.^[26]就曾报道过普通新糠虾受精卵直径为(0.56 ±0.05) mm,其发育时间为11.2d(20.2)。

3.2 胚胎发育分期及各期所需时间

目前,有关糠虾类的胚胎发育,引用最多的是 Mauchline^[28]和 Wittmann^[13,24]的报道。Mauchline^[28]在1980年,曾将糠虾胚胎发育定为三期,分别为卵样胚胎期、无眼幼体期和有眼幼体期,此后 Wittmann^[13,24]对窄糠虾属糠虾胚胎发育分期仍沿用 Mauchline 1980年的报道,但对这三个期命名不同,分别为胚胎期、无节幼体期和后无节幼体期,此外,他虽将每一期细分为许多阶段,但并未对这些阶段进行具体命名,而且也并未将主要形态的出现与各时期的划分联系起来。郑严^[29]虽依据 Mauchline^[28]的研究也将黑褐新糠虾胚胎发育分为3期即卵期、无眼幼体期和有眼幼体期,但并未对黑褐新糠虾胚胎发育的过程进行详细的描述。本研究综合甲壳动物的胚胎发育分期^[16]和克氏原螯虾的胚胎发育分期^[30]标准,尤其是结合每一分期下,易于观察到的主要形态变化,对日本新糠虾胚胎发育进行分期,3个阶段的划分(卵期、无眼幼体期和有眼幼体幼体期)与以往研究相同,都以脱膜和蜕皮作为其分期的标准。而7个时期命名又与其主要形态特征的变化联系起来,分别命名为受精卵期、囊胚期、原肠期、前无节幼体期、无节幼体期、后无节幼体期和眼柄期,这将更有助于了解此类糠虾胚胎发育的特点,同时也为指导个体较小的日本新糠虾(成体个体<1 cm)的生物学研究及养殖提供很有价值的基础资料。

日本新糠虾的胚胎发育大约持续8d即176—198h。其中卵期阶段从受精卵开始至40h,大约占总发育时间的21.2%,无眼幼体期阶段从40h至

132h,大约占总发育时间的48.9%,有眼幼体期阶段从132h至幼体孵出,大约占总发育时间的27.6%。1997年 Johnston^[25]研究了 *Anisomysis mixta australis*, *Tenaganysis tasm aniae* 和 *Paramesopodopsis rufa* 的胚胎发育时间,其中 *Anisomysis mixta australis* 胚胎发育的三个时期分别占总时间的16%、71%和13%, *Tenaganysis tasm aniae* 胚胎发育的三个时期分别占总时间的36%、56%和8%, *Paramesopodopsis rufa* 胚胎发育的三个时期分别占总时间的39%、49%和12%。2006年 Fockedey^[26]研究了普通新糠虾卵期胚胎发育大约占总发育时间的31%,无节幼体期大约占总发育时间的45%,后无节幼体期大约占总发育时间的23%。糠虾无节幼体期在整个发育过程中所占时间最长(45%—71%),本实验中无眼幼体期阶段正是以上学者所划分的无节幼体期,此阶段持续时间占总时间的48.9%,与以上学者结果相同。因此,笔者认为,无眼幼体期为糠虾胚胎发育的主要时期。

本实验过程中观察到一次脱膜和一次蜕皮,脱膜时间为前无节幼体的后期,一次蜕皮为后无节幼体的后期。Wittmann^[13,24]在窄糠虾中观察到两次蜕皮,一次在无节幼体期的后期即N4阶段,另一次是在育卵囊内孵出时。也有其他学者观察到了两次糠虾蜕皮,一次是在糠虾的无节幼体阶段,另一次是在幼体孵出时^[31—33]。本实验没有观察到第二次蜕皮的原因可能是刚刚蜕下的皮被同类给消耗掉了,这可能与甲壳动物有吃食同类的习性有关。也有可能是并非所有的糠虾目都经历幼体孵出时的蜕皮,因此糠虾目中各种糠虾的蜕皮次数还有待于进一步观察研究。

3.3 母体体长与新孵幼体数量和新孵幼体体长

本研究发现,新孵幼体数量与母体体长有明显的正相关关系,新孵幼体的体长也与母体体长有正相关关系。母体体长、胚胎数量及季节都影响着糠虾幼体数量^[26,28]。幼体体长受母体体长的影响很大,同时也随着季节有所改变^[34—36]。Wittmann^[24]认为新孵幼体的数量与母体体重的关系比母体体长的关系更为密切。对于新孵幼体体长和数量与母体体重及其他影响因素的关系还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] Xu Z L. Mysidacea in East China Sea and its significance as the indicator of water mass [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18: 2347—2353 [徐兆礼. 东海浮游糠虾类生态类型

- 划分及其对水团的指示作用. 应用生态学报, 2007, 18: 2347—2353]
- [2] Shen Y C. A case study on optimal culture structure of prawn-fish-shellfish-algae [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, 31 (1): 30—38 [申玉春. 虾鱼-贝藻养殖结构优化试验研究. 水生生物学报, 2007, 31 (1): 30—38]
- [3] Zhou M J, Yan T, Li J, *et al* Acute toxicity test method using *Neomysis awatschensis* and its application in toxicity evaluation of drilling fluid [J]. *Marine Environmental Science*, 2001, 20: 1—4 [周名江, 颜天, 李钧, 等. 黑褐新糠虾的急性毒性测试方法及在钻井液毒性评价中的作用. 海洋环境科学, 2001, 20: 1—4]
- [4] Herlinde N. Distribution and ecotoxicity of chlorotriazines in the Scheldt Estuary [J]. *Environmental Pollution*, 2007, 147: 668—676
- [5] Wooldridge, Tris H, Victor Reginald A new species of *Aframysis* (Crustacea: Mysida) from southern Oman [J]. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 2005, 118: 21—29
- [6] Fukuoka, Kouki A new species of *Heteromysis* (Mysida, Mysidae) associated with sponges, from the Uraga Channel, central Japan, with notes on distribution and habitats within the genus *Heteromysis* [J]. *Crustaceana (Leiden)*, 2004, 77: 1353—1373
- [7] Elena G. Moulting cycle and its chronology in *Mysis mixta* and *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea): implications for growth assessment [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2002, 278: 179—194
- [8] Poelmans S. Testosterone metabolism in *Neomysis integer* following exposure to benzo (a) pyrene [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 2006, 144: 405—412
- [9] An Ghekiere Effects of methoprene, nonylphenol, and estrone on the vitellogenesis of the mysid *Neomysis integer* [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2006, 147: 190—195
- [10] Wu Z Q, Jiang G L, Xiang P. Histological study on digestive system of *Neomysis japonica* [J]. *Periodical of Ocean University of China*, 2007, 37: 781—784 [吴志强, 姜国良, 项鹏. 日本糠虾消化系统组织学研究. 中国海洋大学学报, 2007, 37: 781—784]
- [11] Yang L N, Yang X Z, Tang B P, *et al* Histology of male reproductive system of adult *Neomysis japonica* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2007, 42: 90—96 [杨丽娜, 杨筱珍, 唐伯平, 等. 成年日本新糠虾雄性生殖系统的组织学. 动物学杂志, 2007, 42: 90—96]
- [12] Ghekiere A. Marsupial development in the mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) to evaluate the effects of endocrine-disrupting chemicals [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2007, 66: 9—15
- [13] Wittmann K J. Comparative biology and morphology of marsupial development in *leptamysis* and other Mediterranean *mysidacea* [J]. *Experimental Marine Biology and Ecology*, 1981, 52: 243—270
- [14] Lawrie S M. The swimming behaviour and distribution of *Neomysis integer* in relation to tidal flow [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1999, 242: 95—106
- [15] Liu R Y, Wang S W. Fauna Sinica [M]. Beijing: Science Press 2000, 56 [刘瑞玉, 王绍武编著. 中国动物志. 北京: 科学出版社. 2000, 56]
- [16] Du N S. Crustacea [M]. Shanghai: Science Press 1993, 407—422, 500—525 [堵南山. 甲壳动物学. 上海: 科学出版社. 1993, 407—422, 500—525]
- [17] Wang J F, Yang X Z, *et al* Effects of aquatic histamine on the growth and development of *Neomysis awatschensis* (Crustacea, Mysidacea) [J]. *Marine Fisheries*, 2008, 30: 157—162 [王金峰, 杨筱珍, 等. 水体中组织胺对黑褐新糠虾生长与发育的影响. 海洋渔业, 2008, 30: 157—162]
- [18] Yan T, Tan Z J, Li J, *et al* The toxicity study of *Alexandrium tamarense* and *Heterosigma akashiwo* to two crustacean species *Neomysis awatschensis* and *Artemia salina* [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2004, 26: 76—81 [颜天, 谭志军, 李均, 等. 塔玛亚历山大藻和赤潮异湾藻黑褐新糠虾和卤虫的急性毒性作用. 海洋学报, 2004, 26: 76—81]
- [19] Tan Z J, Yan T, Zhou M J, *et al* The effects of *Alexandrium tamarense* on survival, growth and reproduction of *Neomysis awatschensis* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22: 1635—1639 [谭志军, 颜天, 周名江, 等. 塔玛亚历山大藻对黑褐新糠虾存活、生长以及种群繁殖的影响. 生态学报, 2002, 22: 1635—1639]
- [20] Yan T, Li J, Li Z Y, *et al* Acute and chronic toxicity of triphenyltin to *Neomysis awatschensis* [J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 2000, 31: 485—489 [颜天, 李均, 李正炎, 等. 三苯基氯化锡对黑褐新糠虾的毒性效应. 海洋与湖泊, 2000, 31: 485—489]
- [21] Nimmo D R, Hanaker T L. Mysid in toxicity testing—a review [J]. *Hydrobiology*, 1981, 93: 171—178
- [22] Marijana E. Metallothioneins and cytosolic metals in *Neomysis integer* exposed to cadmium at different salinities [J]. *Marine Environmental Research*, 2008, 65: 437—444
- [23] Fockedey N. Temperature and salinity effects on postmarsupial growth of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2005, 326 (1): 27—47
- [24] Wittmann K J. Ecophysiology of marsupial development and reproduction in *Mysidacea* (Crustacea) [J]. *Oceanography And Marine Biology*, 1984, 22: 393—428
- [25] Johnston N M. Larval development in the Tasmanian mysids *Anisomysis mixta australis*, *Tenagomysis tasmaniae* and *Paramesopodopsis rufa* (Crustacea: Mysidacea) [J]. *Marine Biology*, 1997, 130: 93—99
- [26] Fockedey N. Effect of salinity and temperature on the intramarsupial development of the brackish water mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) [J]. *Marine Biology*, 2006, 148: 1339—1356
- [27] Fenton G E. Breeding biology of *Tenagomysis tasmaniae* Fenton, *Anisomysis mixta australis* (Zimmer) and *Paramesopodopsis rufa*

- Fenton from south-eastern Tasmania (Crustacea: Mysidacea) [J]. *Hydrobiologia*, 1994, **287**: 259—276
- [28] Mauchline J. The biology of mysids and euphausiids [J]. *Advances in Marine Biology*, 1980, **18**: 3—372
- [29] Zheng Y. On the biology of *Neomysis awatschensis* (Crustacean, Mysidacea) I Population and preproduction characteristics [J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 1982, **13**: 66—77 [郑严. 黑褐新糠虾生物学的研究. 种群和生殖特点. 海洋与湖沼, 1982, **13**: 66—77]
- [30] Mu F, Wu X G, Cheng Y X, et al. External morphological character during the embryonic development of *Procambarus clarkii* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2007, **31**: 6—11 [慕峰, 吴旭干, 成永旭, 等. 克氏原螯虾胚胎发育的形态学变化. 水产学报, 2007, **31**: 6—11]
- [31] Jepsen J. Marsupial development of *Boreomysis arctica* (Kroyer, 1861) [J]. *Sarsia*, 1965, **20**: 1—8
- [32] Davis A. A study of the hatching process in aquatic invertebrates XXII Multiple membrane shedding in *Mysidium columbiae* (Zimmer) (Crustacea: Mysidacea) [J]. *Bulletin of Marine science*, 1966, **16**: 124—131
- [33] Green J M. Observations on the behaviour and larvae development of *Acanthanysis sculpa* (Tattersall, Mysidacea) [J]. *Canadian Journal of Zoology*, 1970, **48**: 289—292
- [34] Kinne O. *Neomysis vulgaris thompsoni* eine autokologische studies [J]. *Biologisches Zentralblatt*, 1955, **74**: 160—202
- [35] Parker M, West B. The natural history of *Neomysis integer* (Leach) in Lough Fumace, Co Mayo, a brackish lough in the west of Ireland [J]. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 1979, **8**: 157—167
- [36] Mees J, Abdulkerim Z, Hamerlynck O. Life history, growth and production of *Neomysis integer* in the Westerschelde estuary (SW Netherlands) [J]. *Marine Ecology Progress Series*, 1994, **109**: 43—57

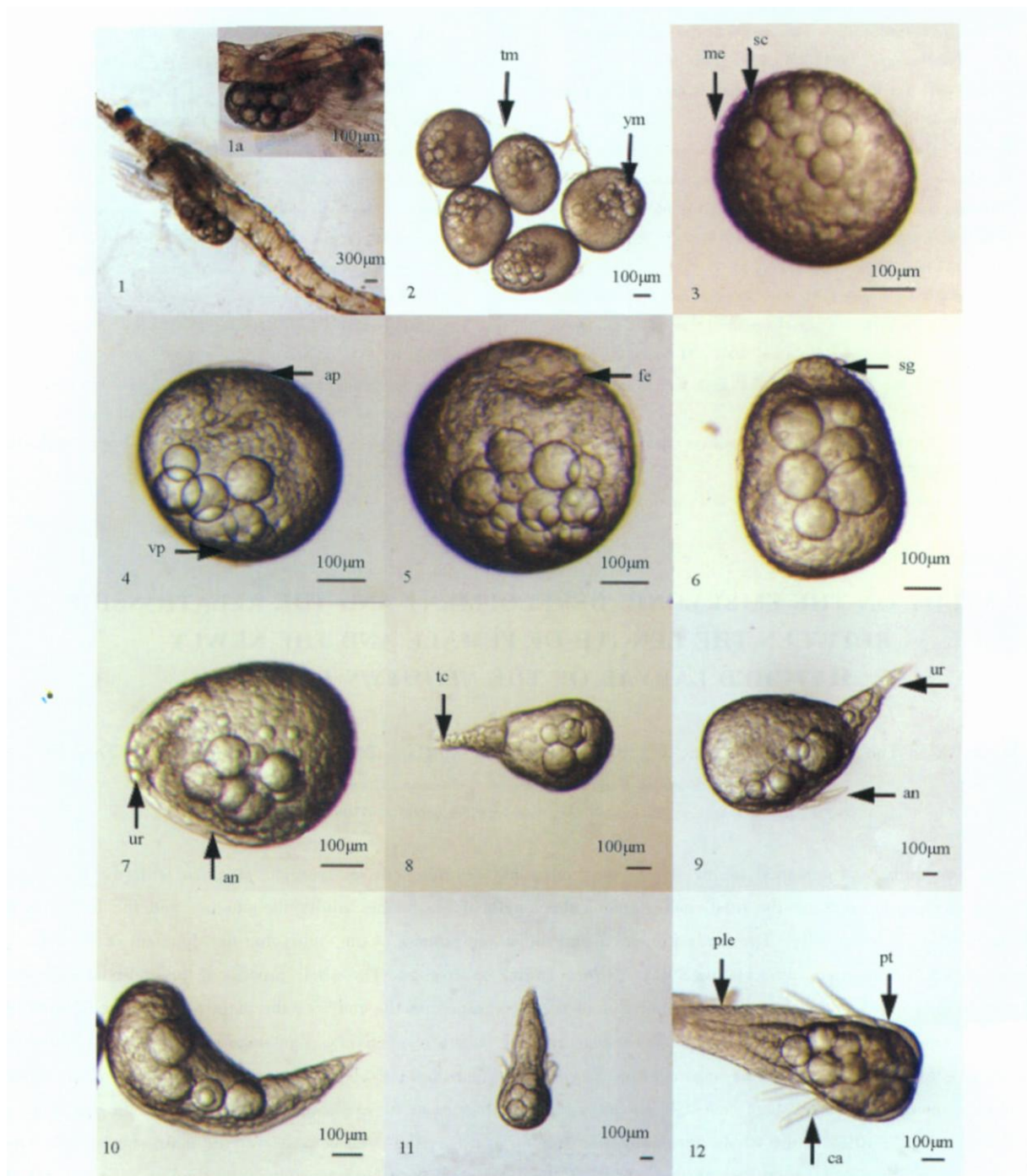
STUDY ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT AND THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LENGTH OF FEMALE AND THE NEWLY HATCHED LARVAE OF THE NEOMYSIS JAPONICA

WANG Xiao-Yan, YANG Xiao-Zhen, WANG Jin-Feng, WU Xu-Gan, ZHAO Liu-Lan and CHENG Yong-Xu

(E-Institute of Shanghai Municipal Education Commission, College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The study was designed to investigate the embryonic development of *Neomysis japonica* with the histological technique, meanwhile, analyze the relationship among the length of the female adult, the number and the length of the newly hatched larvae statically. The study indicated that the whole process of the embryonic development of *Neomysis japonica* occurred in the marsupium, lasting 8 days (176—188h) on average. The whole process of the embryonic development was divided into 3 main phases by the shedding of the membrane and the ecdysis, the main phases were divided into 7 substages. The 3 phases were egg stage, eyeless stage and eye stage, respectively. Egg stage was subdivided into zygote substage, blastula substage, gastrulae substage and egg-nauplius substage; eyeless stage was divided into nauplius substage and egg-metanauplius substage; eyestalk substage was the other name for eye stage. The duration of the egg stage accounted for 21.2% (40h) of the whole developmental time on average; the eyeless stage was the main stage of the whole process of the embryo development, which took about 48.9% (92h) of the whole developmental time on average, gut and crotch of antenna, heart and pigment of eyespot and segment of abdomen were observed during this stage; eye stage lasted 27.6% (52h) of the whole development period. Both the number and the length of the newly hatched larvae were demonstrated to be highly dependent upon the length of female adult. This study may provide more information related to basic biology of mysid and guidance for the artificial breeding of mysid.

Key words: *Neomysis japonica*; Embryonic development; Stage



图版 日本新糠虾的胚胎发育过程和新孵幼体形态

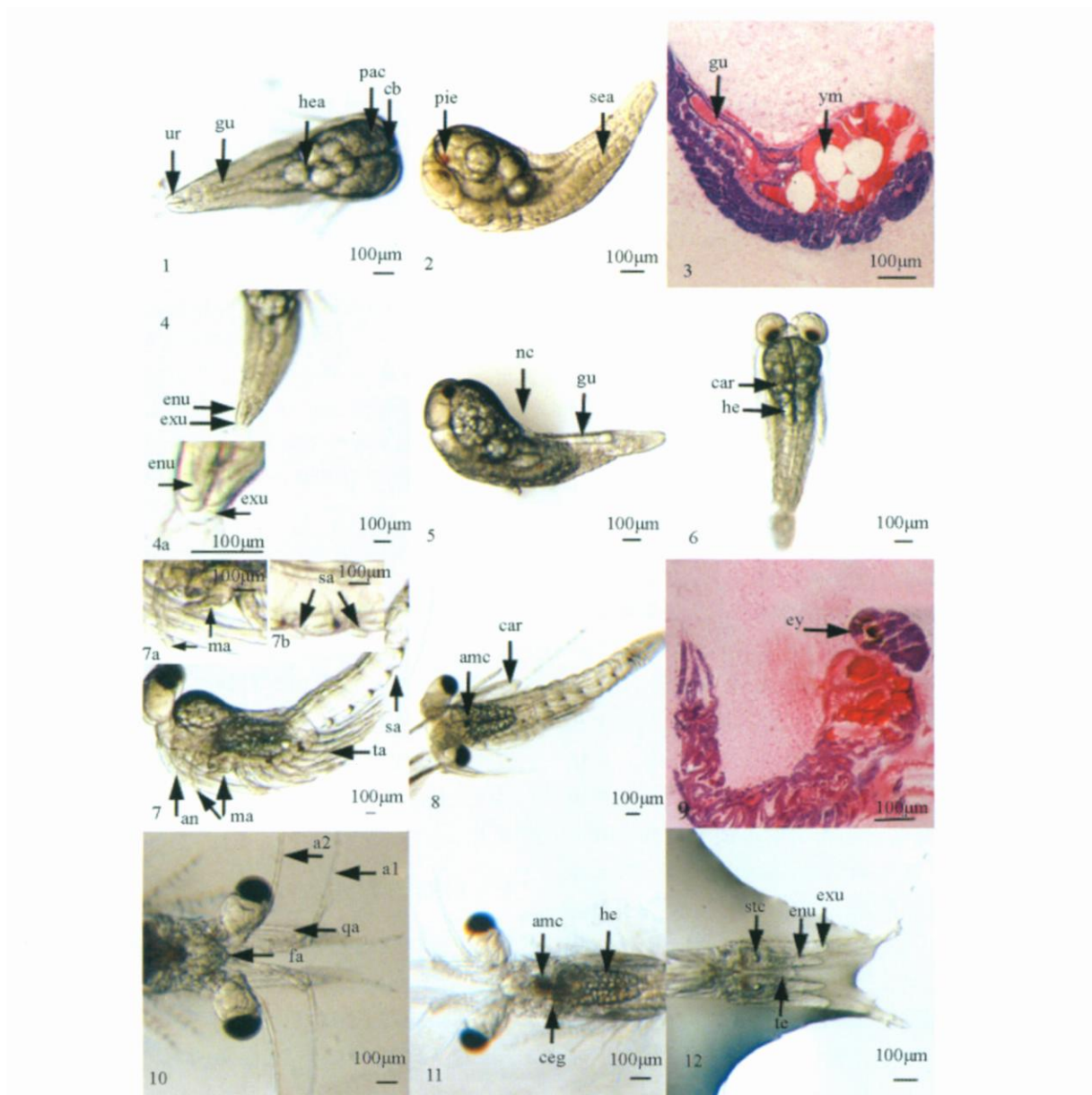
Plate The embryonic development of *Neomysis japonica* and the morphological characteristic of the newly hatched larvae

1. 抱卵母体; 1a. 育卵囊内的胚胎; 2. 受精卵; 3. 囊胚前期; 4. 囊胚后期; 5. 原肠前期; 6. 原肠后期; 7. 前无节幼体期; 8. 除去卵膜后前无节幼体期背面; 9. 除去卵膜后前无节幼体期侧面; 10. 无节幼体前期侧面; 11. 无节幼体前期背面; 12. 无节幼体后期背面

1. the female adult; 1a: embryo in the marsupium; 2. zygote; 3. prophase of blastula substage; 4. anaphase of blastula substage; 5. prophase of gastrulae substage; 6. anaphase of gastrulae substage; 7. the egg-nauplius substage; 8. the back of the epelliculose egg-nauplius substage; 9. profile of the epelliculose egg-nauplius substage; 10. profile of the nauplius substage; 11. the back of prophase of the nauplius substage; 12. the back of anaphase of the nauplius substage

an: 触角; ap: 动物极; ca: 触角分叉处; fe: 表面凹陷; me: 卵膜; ple: 腹肢雏形; pt: 胸部带状胸肢; sc: 表面卵裂; sg: 小胚质; tc: 羽状尾肢分叉处; tm: 透明膜; ur: 尾肢; vp: 植物极; ym: 泡状卵黄物质

an: antenna; ap: animal pole; ca: crotch of antenna; fe: furrow of the entoblast; me: membrane; ple: pleopod; pt: plumelet of thorax appendage; sc: superficial cleavage; sg: small gemplasm; tc: crotch of uropod; tm: transparent membrane; ur: uropod; vp: vegetal pole; ym: the yolk mass



图版 日本新糠虾的胚胎发育过程和新孵幼体形态

Plate The embryonic development of *Neomysis japonica* and the morphological characteristic of the newly hatched larvae

1. 无节幼体后期背面; 2. 后无节幼体前期侧面; 3. 后无节幼体前期纵切 HE染色; 4. 后无节幼体尾部观; 5. 后无节幼体后期侧面; 6. 眼柄前期背面观; 7. 眼柄后期侧面; 7a 放大的小颚; 7b 放大的小刺状腹肢; 8. 眼柄后期背面; 9. 眼柄后期纵切 HE染色; 10. 新孵幼体头部; 11. 新孵幼体头胸部背面; 12. 新孵幼体尾部背面

1. the back of anaphase of the nauplius substage; 2. profile of prophase of the eggmetanauplius substage; 3. coloration of sliver of prophase of the eggmetanauplius substage; 4. uropod of back of the eggmetanauplius substage; 4a the amplificatory uropod; 5. profile of anaphase of the eggmetanauplius substage; 6. the back of prophase of the eyestalk substage; 7. profile of anaphase of the eyestalk substage; 7a the amplificatory maxilla; 7b the amplificatory spinule of abdominal; 8. the back of anaphase of the eyestalk substage; 9. coloration of sliver of anaphase of the eyestalk substage; 10. head of the newly hatched larva; 11. back of the newly hatched larva cephalothorax; 12. back of uropod of the newly hatched larva
a1: 第一触角; a2: 第二触角; amc: 中肠前盲囊; car: 头胸甲; cb: 背部分裂沟; ceg: 颈沟; enu: 内肢; exu: 外肢; ey: 眼; fa: 额角; gu: 肠; hea: 心跳处; he: 肝胰腺; ma: 小颚; nc: 无节幼体外皮; pac: 眼点色素着色处; pie: 眼点色素; qa: 第二触角羽毛; sa: 小刺状腹肢; sea: 腹部分节; stc: 平衡囊; ta: 胸肢; te: 尾节

a1: the first antenna; a2: the second antenna; amc: anterior midgut caecum; car: carapace; cb: part of cleavage of back; ceg: cervical groove; enu: endopodite of uropod; exu: exopod of uropod; ey: eye; fa: frontal angle; gu: gun; hea: heart; he: hepatopancreas; ma: maxilla; nc: nauplius cuticle; pac: part of eyespot; pie: pigment of eyespot; qa: squana of the second antenna; sa: spinule of abdominal; sea: segment of abdomen; stc: statocyst chamber; ta: thorax appendage; te: telson