

## 提高中国对虾越冬成活率和 利用率的若干技术措施 (II)

张伟权 鲍 鹰  
(中国科学院海洋研究所)

### 一、提高人工越冬亲虾成活率

#### (一) 越冬期虾病防治

虾病问题是当前对虾越冬生产中出现的颇为棘手而又必须解决的问题。引起对虾得病的原因大致可以归结为三个方面: (1) 水环境条件突然变化; (2) 营养不良; (3) 病原体(包括病毒、细菌、真菌和原生动物)感染。目前我国南北方各地已知的越冬期虾病主要有:

1. 褐斑病<sup>[10]</sup> 我国南北方各地养殖生产中几乎都有发现, 但是以越冬期为最常见, 也最严重。其特点是发病率高、蔓延速度快, 感染率可达 100%。严重时能导致卵巢萎缩和引起对虾死亡。

本病属外伤性感染。病原体是破坏甲壳质的细菌 (*Chitindestroying Bacteria*)。得病后对虾食欲下降, 甲壳变软。软度感染时, 患处呈褐色(初始为浊白色), 外观为划痕状或者不规则的几何形状, 并且迅速扩大。严重时患处的甲壳变成焦黑色(易碰落)。

越冬期内褐斑可以在身体的各个部位出现(凡是有创伤的地方都可以感染)。但以第 2—3 腹节的背部最常见(此处最易因弹跳碰壁而撞伤)。严重感染的对虾不能脱皮, 背部患处下方的卵巢不能正常发育(萎缩、变红)。其感染部位还可以引起其它病原体的入侵(2—3 次性病原体感染), 这是导致越冬病虾死亡的主要原因。

目前治疗褐斑病的有效药物是孔雀石绿加

福尔马林<sup>[10]</sup>。用药浓度分别为 0.4ppm 和 25 ppm。方法是将孔雀石绿用适量淡水化开后和福尔马林总和, 然后直接在池内各处泼洒(投药时要强烈充气)。经 24 小时药浴后进行常规换水(每天换水 1/4)。一直到药液呈现的绿色消失为止(以上为一个疗程)。以后用相同的方法继续治疗(第二疗程), 如此反复进行, 一直到治愈为止。采用上述方法, 一般经过第一疗程后病情即可得到控制。2—3 次治疗后可以达到病愈。但感染比较严重的则需要更长的时间。褐斑病治愈的标志是, 原患区的甲壳被一层乳白色玻璃样分泌物紧紧包裹住(越是严重的部位, 上述封闭物的厚度越大, 也越坚固)。已经治愈的对虾, 食欲很快恢复, 经过换水和调温后可重新蜕皮。蜕皮后的新甲壳不再有褐斑出现, 原患处下方的卵巢发育也恢复正常。

2. 红腿病 可以细分为环境性病变(A型)和生物性致病(B型)两类。前者多因亲虾转移时水环境条件差别过大, 生理上无法适应引起的(北方用海区过路亲虾进行早期育苗时最常见)后者则多见于细菌感染。这两种红腿病的发病原因虽然有别, 但症状却十分相似。共同的特点是患虾体躯和附肢变红, 以腹肢边缘为最甚。得病的对虾, 胸肢支撑无力, 腹肢坦铺池底。不活动、多拒食, 死亡率可达 100%。

目前 A 型红腿病用药物治疗尚无明显的结果。但降温、黑暗和改善水质条件有时候可使病情缓解。防止 A 型红腿病的发生, 最有效的方法是控制亲虾的入池水温。只要做到亲虾转

移过程中前后两种水温的差别不大或者室内水温略低于室外生活水温,上述红腿病就极少出现。B型红腿病由于是细菌引起的,因此可以用药物治疗。头孢苄氨霉素是最近推出的一种可以治疗上述虾病的有效药物<sup>1)</sup>。用药量为 0.3 ppm。

3. 软皮病 越冬期对虾软皮病历来不太被人注意。其症状是患虾甲壳明显变软、肌肉无力、体形消瘦、活动能力减弱、胃壁经常出现充水、肝胰脏萎缩、其边缘与周围组织的界限不清。对虾不能忍受环境因子较大幅度的变化(例如转池离水)。经常在蜕皮过程中或者蜕皮后死亡。本病是营养性障碍引起的。越冬期内长期水温偏低(例如 6—7°C),水质老化和氨氮浓度过高时最易发生。防止越冬期对虾软皮病的方法是改善水质条件,强化营养(多品种鲜活饵料混合投喂)和适当提高海水温度。

4. 黑鳃病 引起越冬对虾黑鳃病的原因很多。也可以分为环境性和病原性两种。前者多因水质条件差,池底长期不洁造成的。镜检时可发现鳃腔内充满脏物。(碎屑、原生动物和单胞硅藻等)。有时候也会出现鳃体异形和溃疡。后者则为真菌或其它致病细菌所引起,肉眼观察时可见到鳃区有深褐色的梳栉状分布。组织检查(活体)时可找到大量的致病体。本病的发病率高,蔓延速度快。由于鳃体受损,影响呼吸功能,常常导致对虾大批死亡。

治疗方法 (1) 环境条件不良引起的鳃体发黑,可以通过大换水等办法促使对虾蜕皮。经过蜕皮后的对虾,上述病状即可消失;(2) 病原性黑鳃病治疗的效果较差。但采用抗生素药浴(例如 0.3ppm 的头孢苄氨霉素和投喂药饵相结合的方法(每 kg 配饵原料中加入 2g 呋喃西林)),通常可以控制病情的进一步发展。

5. “长毛病” 患虾体表遍具“长毛”。对外刺激的反应迟钝,食欲差。多见于水体流动小、光线较强、水温较高的富营养型水环境中。本病是由体外寄生物引起的。以丝状藻类和聚缩虫附着为最常见。但对越冬亲虾的生命并不构成

严重威胁。治疗“长毛病”可以采用福尔马林(浓度为 50—100ppm,药浴 24 小时后大换水)。预防“长毛病”的方法是经常换水、适当降低池水温度和减弱室内光线强度(100lx 以内)。

6. 寄生性纤毛虫病 是由寄生纤毛虫引起的一种死亡率极高的越冬期虾病。最近 2—3 年来在我国北方地区流行甚广。病虾的外观与正常对虾并无明显区别。但检查血液时可发现大量纤毛虫<sup>2)</sup>。目前尚无专门的药品可以治疗。但有关专家认为,该病是通过伤口感染引起的。因此可以认为,提前作好预防措施(严格消毒海水和防止对虾体表受伤),上述虾病的蔓延就可望得到控制。

7. 对虾角膜溃疡 典型病状为眼球表面的一部分角膜脱落或者发生溃疡。引起对虾得病的原因是游泳时经常摩擦池壁。本病在越冬期时有发生,但对取食和生命活动尚未见严重影响。只要管理中注意海水消毒、及时投饵和适当调整对虾密度,发病率就会大大下降。

## (二) 越冬用海水的处理

迄今所得的知识表明,一个良好的水体环境,始终是保证对虾越冬顺利进行所必需的。例如合宜的水温和充足的饵料可以加快卵巢发育的速度,提高溶解氧含量可以降低一部分代谢废物的毒性,适当的光线可以稳定越冬亲虾的生活条件,而控制氨氮含量又可以减少越冬对虾的发病机率。由此可知,越冬期内水质条件的好坏,对于亲虾的存活和日后利用率的提高都起着决定性的作用。

半封闭式的越冬系统,其水质条件与自然界的状况迥然有异。前者水体中各类因子极难自我更新,生物体所排泄的代谢毒物也不易消解。在上述情况下,一旦入池海水中的有害物质浓度过高,或者发生致病生物污染时,情况就会变得特别严重。因此,海水在入池之前必须进行严格处理。

1) 戴德延,1988 年内部通讯。

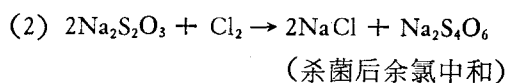
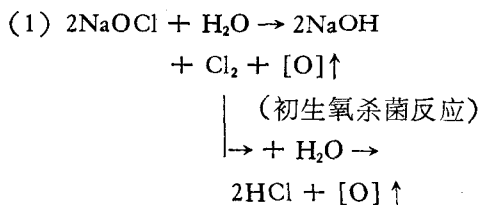
2) 胡珂等。纤毛虫对越冬亲虾危害的初步观察。

对虾人工越冬(包括育苗),传统的水处理方法有沉淀和过滤两种。通过处理能够将水体内的泥沙和悬浮物(包括一部分原生动物和浮游生物)清除,使水体澄清。有利于越冬管理。尽管如此,微生物和一部分较小的原生动物,有时候还能通过过滤器进入越冬池并且大量滋生。此外,象有毒重金属离子等可溶性物质的危害,采用上述简单的物理方法是无能为力的。

为了弥补上述不足,目前比较实用的还是采用物理和化学处理相结合的方法。实践证明,使用这种方法的效果好,病虫害的威胁也可以从根本上得到缓和。如果其它管理条件能够跟上,海水的负载能力和对虾越冬成活率都可大大提高。

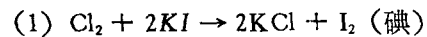
1. 海水沉淀 混浊的海水在正式进入越冬系统之前,需先在沉淀池内沉淀。其目的是将水体中悬浮的泥沙和比重较大的有机杂质与海水分开,以期达到减少下一步海水消毒时的用药量和加快滤水速度。沉淀池一般可设在户外(土池)。为了保证冬季用水,面积不能太小。一个 1000m<sup>3</sup> 水体的亲虾越冬室(下同),沉淀池的容水量最好不少于 40000m<sup>3</sup>。

2. 海水化学处理(即过氯化处理) 这是预防越冬期内虾病蔓延的重要措施之一。操作步骤为,每 m<sup>3</sup> 经过沉淀的海水中加入次氯酸钠(NaOCl,有效氯含量以 8% 计) 125ml,经 8 小时通气搅拌后再追加大苏打(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 17g/m<sup>3</sup> 水体。经过上述处理的海水,一般在半小时后即可投入使用(这时绝大部分致病生物已经杀死),上述两个步骤的化学反应式如下



必须注意,经过中和后的海水,有时还可能有微量的残氯存在。因此,在正式使用前最好

再进行一次残氯测定。方法是称取 16.6g 碘化钾,溶于 1000ml 蒸馏水中(相当 0.1N 浓度的 KI),取其一小部分与 1% 浓度的可溶性淀粉溶液拌和后再将被测水溶液(即中和后海水)滴入。如果有残氯存在则溶液中会出现紫蓝色。反应式为:



(2)  $\text{I}_2 + (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  (淀粉)  $\rightarrow$  紫红色反应  
消毒海水一般在经过沉淀后的贮水池中进行。为了保证随时用水的需要,贮水池至少要有 2 个以上(交替进行海水消毒),总容水量不能小于 500m<sup>3</sup>。

3. 海水过滤 海水经过沉淀和化学处理后,有害生物和大部分杂质虽然已经清除,但是非溶解性小形有机颗粒和溶解性有机物不可避免地还会在水体中出现。这类物质往往是日后败坏水质的基础,需要作进一步处理。排除小形颗粒团的办法通常采用沙滤池。如果情况不太严重,也可以直接在越冬池供水龙头上套接滤径小于 60μm(或 150—200 目)的尼龙筛绢。对于那些可溶而又难以采用上法去除的有机质,则可通过活性炭和特殊的气提装置清除。

值得提出的是沙滤池(或罐)使用到一定时候,其上层的沙隙常被堵塞,影响滤水速度。因此,过去都提倡反冲装置。但是这种方法在实际使用中的效果并不理想。为了保证海水有足够的通透量,最好的办法还是定期将表层细沙更新。用尼龙筛绢过滤时,也必须定期将它们卸下后反转冲洗,并浸泡在 1000ppm 浓度的福尔马林溶液中消毒 10 分钟。

4. 海水预热和加药处理 越冬期换水,要求温差幅度不超过 ± 1℃。而冬季室外水温一般要比室内低很多。为了使对虾的正常生活状态免遭破坏,采用预热池就显得很有必要。海水预热(或叫调温)通常都在越冬室内,用蒸气直接通入水体,或者用蛇形管(水汀管)加热。预热池容水量的大小必须能满足日换水量的需要。为了方便使用,最好也象贮水池那样,将池体分隔成若干独立的部分。

海水中重金属离子 ( $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Hg}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Cr}^{++}$ ,  $\text{Ni}^{++}$  等) 的毒害对越冬亲虾有明显的后遗性影响。许多重金属离子即使其浓度低于 1ppm, 就可能使大部分水生生物致死。池水中投入 EDTA-钠盐, 能够有效地降解它们的毒性。其用量视水体中金属离子的浓度而定, 一般为 2—10ppm。由于近代沿岸一带的工农业污染情况比较严重, 因此把投加 EDTA-钠盐作为用水处理中的一项常规措施是十分必要的。

为了预防水体内可能出现的生物污染 (由虾体、工具、饵料和池内通气带入), 防止虾病蔓延的潜在性威胁, 经过上述处理的海水, 还应该加入适量浓度的抗生素。常用的有土霉素、呋喃类药物、氯霉素、头孢苄氨霉素和制霉菌素等, 可以任选其一。用量分别为 1, 0.5, 0.3, ppm (非治疗浓度)。

必须申明, 上述用水处理是以水质条件较差的越冬地区为例提出的 (指水体比较混浊, 富营养型、水源受工农业污染的程度较为严重, 生产历史上多次出现过虾病蔓延等)。各越冬场可以根据自己的具体情况, 机动灵活地对其中的环节作相应的调整。

### (三) 中国对虾亲虾越冬管理标准<sup>[1]</sup>

综上所述, 中国对虾越冬管理标准可归纳为:

水温 8—11℃, 最适 9℃。越冬后期卵巢需要催热时, 逐渐提高至 14—16℃, 增温幅度不大于 1℃/d; 盐度 20—35‰, 最适 30±2‰; 溶解氧含量 6ppm 以上, 最低不得小于 3ppm; 总氨氮浓度 0.5ppm 以下; pH 值 8±0.2; 光照强度和光照周期 200lx 以内。卵巢催热阶段逐渐恢复到正常日照; 水体透明度 1.5—2m; 有毒重金属离子浓度限制在国家渔业水质标准<sup>[2]</sup>以内。超过时, 池内投放 2—10ppm 浓度的 EDTA-钠盐; 饵料: 以优质新鲜双壳类、乌贼和鲜活沙蚕为主。尽量做到多种饵料混合或交替投放; 越冬亲虾密度: 10—15 尾/m<sup>2</sup> 池底; 雌雄对虾配比: 入池前已经交配的雌雄比例为 10:1, 未交配的为 1:1; 越冬期虾病防治: 见有关章节。

## 二、提高越冬亲虾利用率

提高亲虾越冬期存活率和充分发挥越冬后期的利用率, 是越冬生产中的两大中心问题。一般而言, 越冬期存活率越高, 则亲虾的产卵机率就越大, 对以后的育苗生产也越为有利。但这要看: (1) 亲虾是否已经交配; (2) 卵巢发育程度能否满足需要, 因此保证亲虾及时交配和控制卵巢发育就成了越冬后期的关键所在。

### (一) 人工控制条件下完成亲虾交配

亲虾进入越冬池前, 由于各种原因而没能完成自然交配者, 可以在室内采用下述措施, 进行补救。

1. 亲虾室内自然交配法 即通过水环境控制, 实现亲虾交配的方法。本办法须遵循下列三个步骤: (1) 水环境驯化 刚刚进入越冬池的亲虾, 由于新、旧环境的交替, 或多或少地会给它们带来一些损害。为了使这一部分亲虾及早恢复正常生活和为下一步蜕皮、交配、打好基础, 必须有一段时间的环境驯化。驯化期内, 除了必须加强水环境管理外, 还要保证鲜活优质饵料供应。(2) 调整越冬池海水温度 亲虾适应新环境后, 为了促进其自然交配, 必须提供一个适合的水温条件。其方法是将越冬池 (即亲虾交配池) 内的海水逐渐升高到 14—17℃。低于或高于此范围都于交尾不利。水温在 14℃ 以下时, 交尾率很低; 高于 18℃ 时, 对虾蜕皮频繁。但是水温略高 (例如 16—17℃) 对促进交配活动较为有利 (可以缩短交配期)。(3) 促使雌虾正常蜕皮 雌虾蜕皮, 是在越冬室条件下实现自然交配不可缺少的条件之一。可以用药物刺激法, 也可以采用新鲜海水刺激法。后一种方法在生产中比较实用。即通常所谓的大换水 (换水量达到池体总容量的 100% 或者更多)。通过换水, 使亲虾大量蜕皮, 并且在前述温度条件下达到完成自然交配的目的。

2. 人工移植精荚法 人工移植精荚的好处是简单、易行, 可以在需要的任何时候进行。成

[1] 环境保护文件选编(一), 1975。第 466—472 页。

功率也较高。其步骤是: (1) 精荚提取 提取精荚可以采用电激法和挤压法, 也可以采用解剖法(即用解剖刀刮开雄虾第 5 对步足基部外侧的精荚囊, 用镊子取出精荚)。但后一种方法具杀伤性质, 不利于亲体的重复使用。挤压法手续比较简单。操作时左手握虾, 使腹面朝上, 用姆指和无名指同时挤压雄虾第 5 步足基部的精荚囊(注意用力不可过猛, 挤压时要断续用力)成熟的精荚即可徐徐由生殖孔泄出, 再用右手持消毒过的眼科镊子, 将其夹住后轻轻拉出。用剪刀剪去瓣状部分后放在消毒好的载玻片上待用<sup>1)</sup>; (2) 精荚移植 用亲虾夹持器将未交配雌虾的身体轻轻夹住, 使腹面向上, 一手用直头眼科镊子拨开纳精囊, 向一侧探入后轻轻挑起; 另一手把已经准备好的精荚豆状体, 用镊子夹住后推入。完成上述操作后, 再以同样方式向纳精囊的另一侧插入第二枚精荚。上述手续一旦完成, 要立即将亲虾连同夹持器放入海水, 并开放夹持器, 放出亲虾。移植即到此结束。

向纳精囊内移放精荚时要求速度快、动作准确、同时还要注意镊子不能划伤虾体。为了避免病原体感染, 操作人员在手术前必须做到双手和移植工具严格消毒。

## (二) 卵巢催熟

利用人工控制手续, 使对虾卵巢成熟, 是目前亲虾越冬生产中值得大力推广的一种新方法。这种方法除了能保证绝大多数对虾卵巢发育(提高利用率)外, 还可以实现提早对虾育苗和达到多茬育苗的目的。

1. 亲虾卵巢催熟的方法: (1) 控温法 即利用控制水温条件, 达到卵巢快速发育的方法。众所周知, 在其它生活条件都得到满足的情况下, 亲虾卵巢发育速度可以随着温度的高低而变化。即水温越高, 卵巢的发育速度也越快。反之则越慢(指在适温范围内)<sup>1)</sup>。但是升温过高常常会引起对虾蜕皮而失去精荚。越冬后期促使亲虾卵巢发育的水温以控制在 14—16℃ 较为适宜。利用升温促使卵巢发育时要特别强调。一次变动的幅度不能太大。(2) 摘除对虾

眼柄法<sup>1)</sup> 即利用摘除对虾眼柄或者破坏眼柄组织, 促进卵巢生长发育的办法。常见的象刀切法(用剪刀直接切除眼柄)、镊烫法(用酒精灯烧热金属镊子后快速夹烫对虾眼柄<sup>1)</sup>)、结扎法(用尼龙线结扎眼柄基部)、挤压法(用手指直接挤压眼球并破坏眼柄髓部组织)和腐蚀法(用硝酸银溶液注入眼柄引起组织坏死)等等。上述方法中以镊烫法的效果较好, 手术后的存活率可达 100%。而刀切法容易引起创口感染和流失体液, 成活率较低。

经过眼柄摘除手术后的中国对虾, 能够在 11.5—14℃ 的低温条件下使卵巢提前成熟并产卵, 比自然成熟的对虾产卵时间能提前 2—3 个月, 受精卵的孵化率可达 80% 以上, 出苗率也比较理想<sup>1)</sup>。

值得提出的是, (1) 单侧眼柄摘除(左、右眼皆可)要比双眼同时摘除的存活率高; (2) 越冬后期(春节后)的手术效果要比越冬中期或者早期好; (3) 用摘眼法催熟的卵巢稍呈红色, 但并不影响产卵、孵化。

还必须提出, 为了使亲虾卵巢发育获得最佳状态, 最好采取综合措施。例如经过摘眼手术的亲虾同时辅以高温(16℃)并饲以优质饵料。通过上述处理后, 亲虾一般可在 15 天左右的时间达到卵巢成熟。

2. 卵巢成熟度鉴别 卵巢成熟度的鉴别是越冬操作者必须掌握的一项基本知识。通过鉴别, 可以随时了解卵巢发育的进度, 便于安排管理。对虾卵巢成熟程度多采用五分法。即按卵巢发育的大小、颜色和解剖特点等划分为五个时期。即: (1) 未成熟期 (Immature stage), 该期的特点是卵巢呈细管状, 无色透明, 外视不可见; 内部解剖(镜检, 下同)时可发现卵囊壁上出现有小形的原始卵细胞, 后者内物质稀薄, 无卵黄沉积, 直径 100—200 μm。(2) 发育早期 (Early maturing stage), 卵巢呈扁平的带状, 外观隐约可见。颜色有乳白色→浅黄→嫩绿色不等。卵巢表面光滑, 有致密感, 其头叶端部的形

1) 杨丛海, 1988。中国对虾精英人工移植技术研究。

状为圆粒状,极小,与周围组织之间有很大空隙。腹部卵巢分布仅限于其背中部,镜检时可见卵囊壁上卵细胞内物质增多,卵黄开始沉积,卵细胞直径约 200—250 $\mu\text{m}$ 。(3)发育后期(Latematuring stage),卵巢变宽,头胸部各叶清晰可见,其中头叶的端部发育呈椭圆形,与周围组织的空隙变小,腹部背面的卵巢开始向身体两侧扩大,表面出现龟裂状花纹,但仍较平滑,镜检时可发现卵囊壁上的细胞已经有大量卵黄沉积,直径增大到 270—350 $\mu\text{m}$ ,但卵细胞不易剥离。(4)成熟期或临产期(Mataring stage),卵巢宽大肥实,有疏松感,正常情况下为浓绿色或者褐绿色,表面的龟裂程度明显加深,其头叶的端部充满头胸甲整个眼区和胃区最前面的大部分,与周围组织的分界已不可分。腹部卵巢下垂,侧示呈阶梯状,以第 1,2 腹节处为最甚。将头胸甲与腹部折曲时,还可以发现该处关节膜下的卵巢结构呈颗粒状,镜检时可以发现卵巢腔内出现大量游离的卵粒,直径约 375 $\mu\text{m}$ 。已经成熟和即将排出的卵粒,其表面覆盖有一层同心状排列的杆状体。(5)产后恢复期(Spent recovering stage),卵巢恢复扁平状,其大小与发育早期大致相同,但色浅、透明度大、略呈土黄色,非仔细辨察时不易发现,镜检时卵巢囊内壁上仍可见到无色透明的原始卵细胞。

### (三)越冬亲虾多次利用<sup>[5]</sup>

中国对虾和其它对虾一样,繁殖季节内雌雄亲虾的卵巢和精巢都可以反复成熟。因此,充分利用这一有利特性为育苗生产服务,是当前亲虾越冬工作中必须重视的。

1. 雌、雄对虾性腺多次发育的基本条件 越冬亲虾、性腺反复成熟的关键,首先是体质问题。此外,温度也是不可忽视的因素之一,换句话说想要达到上述目的,(1)首先必须满足亲虾的健康条件,亦即越冬期内应该自始至终地做好水质管理、防止虾病和给予充分的优质饵料;(2)要保持每次产卵前后生活环境的相对稳定;(3)任何情况下都必须防止海水温度过高或者过低(不超过 14—16 $^{\circ}\text{C}$ )。水质条件的变化也

不能太快。

2. 促使亲虾卵巢反复成熟 为了保证亲虾卵巢能正常地反复成熟,通常采用下列步骤:(1)减轻池水生物负载的压力,发现亲虾大批产卵后,要立即将所产的卵粒按育苗管理要求移出(有条件的地方也可以将产卵后的亲虾移走,但不许伤害虾体)。(2)更新水质条件,上述操作结束后要立即在池内进入新鲜海水,进水时要注意温差,一次进水的数量也不要太大,以免引起对虾蜕皮。必须强调指出亲虾蜕皮会失去精英,并且能导致正在发育的卵巢迅速退化<sup>[6]</sup>,而长期处于高温(超过 22 $^{\circ}\text{C}$ )条件下的对虾,其卵巢发育的速度非但不会加快,反而因此会萎缩退化。(3)随时掌握对虾摄食和卵巢再次发育动态,对虾卵巢再次发育,需要大量营养,因此摄食量会明显增大。如果优质饵料的供应不足,势必会影响发育。

上述时期内还必须注意卵巢发育的速度,发现卵巢发育过快时要通过适当降温加以控制,因为发育过快(3—4 天内即告成熟并产卵),会造成“先天不足”,影响日后产卵和受精、孵化。正常情况下卵巢发育的速度以控制在 7 天左右比较合适。

饶有兴趣的是,亲虾能够恰到好处地控制每次产卵时所需纳精囊内精子的数量。因此产卵后一般并不需要雄虾作补充受精。

### 参 考 文 献

- [1] 张伟权,1984. 中国对虾人工越冬和卵巢催熟正交实验报告,海洋与湖沼 15(3): 265—273。
- [2] 张伟权、纪成林,1986. 对虾养殖技术。上海科学技术出版社,1—184页。
- [3] 朱振杏等,1976. 对虾多次产卵及其人工繁殖,水产科技情报7—8。
- [4] 吴尚黼、蔡难儿等,1960. 对虾提早产卵和室内培育幼苗的研究。海洋科学集刊 1: 181—190 页。
- [5] 张伟权等,1980. 影响对虾幼虫存活原因的初步商榷, I. 亲虾质量优劣与出苗数量的关系。海洋湖沼通报 1: 39—45。
- [6] 张伟权等,1981. 理化因子在中国对虾育苗过程中的作用。河北水产科技 1: 48—56。
- [7] 梁美园等,1981. 摘除眼柄诱导对虾 (*Penaeus orientalis kishinouye*) 性腺成熟和提前产卵的初步试验河北水产科技 1: 58。