

环境条件对中国对虾交尾影响的试验观察^{*}

李 健 孙修涛 刘德月 王清印

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要 本文报告了在室内条件下中国对虾雄性生殖系统不同部位精子形态、激活反应及外界环境对对虾交尾影响等的试验观察。雄性生殖系统被分为3部分:精巢(T)、输精管和精英(TA);输精管又分为前、中、后3段,其中的前(AVD)、中(MVD)、后(PVD)3部分以及精巢和精英被分别匀浆取样镜检,观察精子形态。结果表明:中国对虾雄性精巢、输精管、精英及雌虾纳精囊内精子的形态、对卵水的激活反应能力有所差异,是一逐渐成熟过程;雄虾具有多次交尾能力,不同环境条件对中国对虾的交尾影响明显;当雌虾比例较高时交尾率也高;不同对虾密度对交尾影响不明显。

关键词 中国对虾, 交尾, 环境条件

中国对虾(*Penaeus chinensis*)在我国从70年代末开始大规模养殖,随后养殖产量急剧增加,已成为海水养殖业的重要组成部分。对虾的交尾发生在秋季,交尾后精英一直在雌虾纳精囊内保存到第2年春天,产卵时精子与卵子才能结合。因此深入进行对虾的繁殖生物学研究,具有重要的理论和实践意义。从60年代初期黄海水产研究所就开始研究中国对虾的交尾¹⁾,80年代末又有多位学者在亲虾人工越冬工作中进行了研究^{[1~4][2] 3)}。近2年在国家攀登B计划研究项目中对中国对虾的交尾又进行了深入的研究^①。本文试验观察了外界环境对对虾交尾的影响、雄性生殖系统不同部位精子的形态及其激活反应等。

收稿日期:1997-09-22

^{*} 国家攀登计划B“海水增养殖优良种质和抗病力的基础研究”项目研究内容(PDB-6-2-3)。

1)王 育,等.对虾人工越冬及提前产卵的试验.海洋水产研究丛刊,1965,20:22-23; 2)杨丛海,等.中国对虾人工交配方法的研究.中国水产科学研究院学报,1989,1:22-23; 3)王清印,等.中国对虾精英在常温条件下的保存及人工授精效果.中国水产科学研究院学报,1989,1:47-54; ①王清印,等.中国对虾雄虾交尾能力和精英再生的研究(海洋湖沼待发表)。

1 材料与方法

1.1 试验用虾

1995年10月中旬由青岛市郊区养殖场购买健壮、无病人工养殖中国对虾,平均体长雌15.4 cm,雄13.2 cm。雌雄分开暂养于室内水泥池中,按常规方法进行饲养管理。

1.2 交尾环境条件

试验在黄海水产研究所麦岛实验基地进行。实验室屋顶为透光率70%的玻璃钢瓦片,水泥池4~10 m³,水深80 cm左右;水槽为日本制造塑料园型水槽,容量1 m³。试验期间连续充气,自然水温。

1.3 卵水采集与保存

使雌虾产卵于盛有5℃过滤海水的烧杯内,轻轻摇动烧杯1 min,然后静置沉淀,取上层澄清液——卵水于液氮中保存备用。用时取出卵水,在常温下解冻即可。

1.4 试验方法

根据试验设计要求,按不同性比、密度、环境条件移入对虾,稳定2~3 d正式开始试验。试验期间每日检查对虾交尾情况,以纳精囊有无瓣状体为指标,统计对虾交尾率。在雄虾交尾能力试验中,雌虾交尾或死亡后,立即移出,并补足数量,雄虾死亡则

不补充。

2 结果

2.1 对虾交尾习性

对虾蜕皮多在夜间,交尾也多在夜间进行。交尾时首先能观察到雌虾蜕皮后在水中反复洄游,此时常见雌雄虾间的追逐行为,雄虾游至雌虾的下方,雌虾步足呈收缩状;雄虾仰游到雌虾的下方与雌虾抱对,雌虾用步足抱住雄虾头部胸甲部,同时一起向前游动;然后雄虾身体横向旋转 90°,身体逐渐呈弓形抱雌虾,随着头胸部和尾部的摆动,将精荚输入雌虾纳精囊内,完成交尾过程。

2.2 雌虾交尾能力的试验观察

将 1 号和 2 号水泥池各放雌虾 40 尾,雄虾 20 尾。观察计数可知,1 号池雄虾交尾 25 次,交尾率 125%,2 号池雄虾交尾 18 次,交尾率 90%。可见中国对虾雄虾具有多次交尾能力,每尾雄虾在 1 个交配季节可多次交尾。

2.3 不同密度对交尾的影响

对虾密度在 0.2 尾/m² 和 6 尾/m² 的情况下,交

尾率分别为 80% 和 90%。可见在不同密度情况下,对虾交尾率没有显著差异。

2.4 不同环境条件对中国对虾交尾的影响

不同环境条件对中国对虾的交尾影响非常明显,环境条件依次为:透光率 70% 水泥池(50 m²),透光率 90% 水泥池(50 m²),黑色塑料水槽(1 m²),透明塑料水槽(1 m²),交尾率分别为 107.5%、40.0%、27.7% 和 5.54%。

2.5 不同性比对中国对虾交尾的影响

设计雌雄性比分别为 2:1 和 1:2 两组观察交尾情况,交尾率分别为 41.66% 和 4.17%。可见,在同样环境条件下,雌虾比例较高时,交尾率也高。

2.6 雄性对虾交尾期生殖系统内精子细胞形态及激活反应

对虾精子用卵水诱导可发生激活反应,据此可用于判断精子的质量。结合交尾期对虾生殖系统解剖结果,我们观察到雄虾精巢、输精管中段、输精管后段、精荚及雌虾纳精囊内对虾精子的形态、性质有所差别,见表 1。

表 1 生殖系统不同部位对虾精子形态及激活反应

Table 1 Morphology and activation of sperm isolated from different parts of male reproductive system

精子来源 sperm source	细胞形态及比例 morph. & ratio	形态正常精子比例/% normal sperm ratio	卵水诱导激活率/% activation rates
精 巢 testes	精原细胞 1.2%, $\varphi = 11.96 \pm 0.72 \mu\text{m}$	—	—
	初级精母细胞 2.5%, $\varphi = 8.05 \pm 0.71 \mu\text{m}$		
	次级精母细胞 31.6%, $\varphi = 6.80 \pm 0.44 \mu\text{m}$		
	精细胞 63.5%, $\varphi = 5.25 \pm 0.36 \mu\text{m}$		
	精子 1.2%		
输精管前端 AVD	形态不正规精子占 63.4%, 存在精细胞占 34.6% $\varphi = 5.33 \pm 0.15 \mu\text{m}$ $L = 8.11 \pm 0.79 \mu\text{m}$	54.37 ± 21.64	34.80 ± 13.60
输精管中段 MVD	精子形态较正规,少数精子棘突弯曲,较短 $\varphi = 5.37 \pm 0.16 \mu\text{m}$ $L = 9.54 \pm 0.83 \mu\text{m}$	78.50 ± 10.30	41.50 ± 24.60
输精管后端 PVD	形态多完整,外观饱满棘突弯曲者少 $\varphi = 5.37 \pm 0.16 \mu\text{m}$ $L = 9.41 \pm 0.73 \mu\text{m}$	83.46 ± 10.90	41.50 ± 24.50
精荚(TA)	精子形态完整	88.52 ± 6.8	37.99 ± 27.30
纳精囊(秋季) thelycum(autumn)	精子形态饱满,外形正规 $\varphi = 5.33 \pm 0.12 \mu\text{m}$ $L = 9.56 \pm 0.53 \mu\text{m}$	96.5 ± 3.25	69.86 ± 22.30
纳精囊(春季) thelycum(spring)		>90%	>90%

3 讨论

(1)国外对日本对虾(*P. japonicus*)、斑节对虾(*P. monodon*)、南美白对虾(*P. vannamei*)、短沟对虾(*P. semisulcatus*)、圣保罗对虾(*P. paulensis*)等进行过交尾行为的研究,这些研究多集中在交尾的行为描述^[5-9]。对虾属种类交尾过程基本相似,其差别主要是由于对虾生态习性不同而存在种间差异,如日本对虾交配时雄虾不翻转。另外,这些对虾交配所需的时间相差比较大,据报道斑节对虾 30 min 至 3 h,日本对虾只需 10 min,中国对虾顺利时只需几分钟。

(2)自然海区的中国对虾在 10 月中旬开始交尾,10 下旬形成高潮,约 2 周可完成交配。池塘养殖条件下,交尾盛期 10 月下旬至 11 月中旬,交尾时间比自然海区延长。试验中观察到雌虾不论单养还是与雄虾混养,其蜕皮节律完全相同。因此可以认为,对虾交尾时间集中的原因是由雄性对虾精英发育成熟和冷空气的影响使水温变化而引起雌性对虾大量蜕皮。

(3)雌雄虾不同性比影响对虾交尾率,推测对虾交尾可能是雄虾起主导性作用,或雌虾对雄虾的选择作用,或雌虾蜕皮对雄虾的选择作用。

(4)交尾环境条件直接影响对虾的交尾率。由试验结果可知,对虾的交尾率水泥池高于水槽,黑色水槽高于透明水槽。说明在面积大、光线暗的环境对虾交尾率高。Crococ 和 Kerr^[10]报道,食用对虾小水池交尾率 8%,而大水池则达 71%。结合对虾交尾前需游动的特性,可以认为对虾交配需要相对宽阔水域以供“调情”、“选择”。光线过强的环境易使对虾受惊吓,不利交尾。另外,对虾密度不是影响交尾的主要原因。2 个试验组都获得了较满意的交尾率,密度为 0.2 尾/m² 组的对虾交尾率稍低,原因是由于虾数量少而造成的统计误差。

(5)陈俦等^[2]报道,对虾的精子发生为非同步,当精子形成并相继排出精巢时,精原细胞数量又增多,继续进行分裂。对虾雄性生殖系统的构造也与之相适应,从解剖结果可看出,对虾精子由精巢输精

管到达精囊过程中除精囊外,输精管内也存在大量精子。王清印等^[1]将输精管用于对虾人工授精也获得成功。综上结果,我们认为,对虾精子由精巢到精囊为一逐渐成熟过程。另外,从过去试验结果看,雄性对虾多次交配后,有瓣状体逐渐变小,透明度增高,说明精子由输精管进入精囊,重新形成精英需要一定时间,据高洪绪报道对虾交尾后 2~3 d 精英重新形成^[3]。由于雄性对虾多次交尾间隔时间较短,此时可能存在精子质量降低的问题。

(6)卵水能够诱导对虾精子的激活(另有专门报告),Wang 和 Pratoomchat 等^[11,12]也曾用卵水诱导法判断斑节对虾精子质量。因此,利用卵水检验精子的质量是可行的,其结果与形态学观察结论亦相吻合。

参 考 文 献

- 1 王清印,等. 对虾输精管用于人工授精的研究. 海洋水产研究, 1989, 10: 69~72
- 2 陈俦,等. 对虾雄性生殖系统的结构及发育. 动物学报, 1986, 32(3): 255~259
- 3 高洪绪,等. 中国对虾交配交尾初步观察. 海洋科学, 1980, 3: 5~7
- 4 徐家启,等. 越冬对虾交尾的观察. 齐鲁渔业, 1989, 3: 14~15
- 5 Brisson, S. The mating behavior of *Penaeus paulensis* Perez - Farfante, 1967. Crustaceana, 1985, 50(1): 108~110
- 6 Primavera J H. Note of courtship and mating behavior in *Penaeus monodon* Fabricius. Crustaceana, 1979, 3: 287~292
- 7 Risson S. Observations on the courtship of *Penaeus brasiliensis*. Aquaculture, 1986, 53: 75~78
- 8 Hudinaga M. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Japanese Journal of Zoology, 1942, 10: 305~393
- 9 Yano I. Mating behaviour in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. Marine Biology, 1988, 7: 171~175
- 10 Crococo P J. Factors affecting induction of maturation and spawning of the tiger prawn, *Penaeus esculentus* (Hswell), under laboratory conditions. Aquaculture, 1986, 58: 203~214
- 11 Wang Qingyin, et al. Egg water induced reaction and biostain assay of sperm from marine shrimp "*Penaeus vannamei*"; dietary effects of sperm quality. J World Aquac Soc, 1995, 26(3): 261~271
- 12 Pratoomchat B, et al. Sperm quality of pond-reared and wild-caught "*Penaeus monodon*" in Thailand. J world Aquac soc, 1993, 24(4): 530~540

An observation on the effect of environmental conditions on mating of shrimp *Penaeus chinensis*

Li Jian Sun Xiutao Liu Deyue Wang Qingyin

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Abstract The morphology, activation of the sperm isolated from different parts of the male reproductive system and the effects of some conditions on the mating behavior of shrimp (*Penaeus chinensis*) were tested. The male reproductive system consists of 3 parts: testes, vas deferens and terminal ampoule; the vas deferens consists of poster, middle and terminal part. The results show that the shapes of cells in the sections above are different, and their activations to egg water are different that the process is going on gradually. The male shrimp are able to mate more than one time and the highest mating rate was 125%. The concrete tank is more helpful for shrimp to mate than plastic tank that the former mating rate exceeded 100% and the latter only 16.7%. The penetration or color of plastic tank can affect the mating rate that the white one was 5.54% only but the black one 27.7%. The mating rates are different when shrimp density changes that it was 80% in 0.2/m² and 100% in 6/m². The sexual proportions have significant effects on the mating of *P. chinensis*, and so does the environmental conditions.

Key words *Penaeus chinensis*, mating, condition