

分生肥厚而成,前者属性细胞,以后能产至体外,后者为体细胞,将留在卵巢内。围在卵母细胞周围的滤泡细胞,主要是为了保护卵母细胞的发育,供应其发育所需要的营养物质,滤泡细胞的这些生理功能正是结缔组织所固有的。

致谢 在实验过程中,浙江大学生命科学学院杨万喜、卢建平教授对作者进行过指导与帮助;成文后,中科院海洋所王永良教授提出了修改意见;在本项目鉴定时,中科院黄海所赵法箴院士、上海水产大学梁象秋教授和浙江大学蔡如星教授提出了指导意见;在稿件修改时,得到了宁波大学朱冬发博士的帮助,在此一并表示感谢!

参 考 文 献

- [1] Hamano, T., S. Matsuura. Egg laying and egg mass nursing behaviour in the Japanese mantis shrimp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1984, 50(12): 1 969~1 973.
- [2] Hamano, T., S. Matsuura. Egg size, duration of incubation, and larval development of the Japanese mantis shrimp in the laboratory. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1987, 53(1): 23~39.
- [3] Hamano, T. Mating behaviour of *Oratosquilla oratoria*. *J. Crust. Biol.*, 1988, 8(2): 239~244.
- [4] 山崎诚,富士昭. シヤコ *Oratosquilla oratoria* (De Huan) の生殖周期の研究. 西海区水产研究报告, 1988(57): 86~98.
- [5] 山崎诚. シヤユの生物生产过程ケ开ボろ生态学的研究. 西海区水产研究报告, 1988(66): 69~100.
- [6] 梅文骥,王春琳,徐善良等. 浙江沿海虾蛄生物学及其开发利用研究(专辑). 浙江水产学院学报, 1996 15(1): 1~85.
- [7] 邓景耀,程济生. 渤海虾蛄渔业生物学研究. 见: 中国甲壳动物学会编. 甲壳动物学论文集(第三集). 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992. 36~44.
- [8] 王波,张锡烈,孙丕喜. 口虾蛄的生物学特征及其人工苗种生产技术. 黄渤海海洋, 1998, 16(2): 64~73.
- [9] 王春琳,郑春静,施祥元等. 黑斑口虾蛄育肥暂养的初步研究. 见: 苏永全编. 虾类的健康养殖. 北京: 海洋出版社, 1998. 240~243.
- [10] 蒋霞敏,王春琳,赵青松等. 虾蛄的人工养殖技术研究. 东海海洋, 1999, 17(2): 47~50.
- [11] 上官步敏,刘正琮,李少菁. 锯缘青蟹卵巢的组织学研究. 动物学报, 1991, 15(2): 96~103.
- [12] 芮菊生. 组织切片技术. 北京: 人民教育出版社, 1982. 40~60.
- [13] 堵南山. 甲壳动物学(下册). 北京: 科学出版社, 1993. 384~386.

中国鲎的胚胎发育^{*}

王 军 王德祥 苏永全 梁军荣

(厦门大学海洋学系, 亚热带海洋研究所 厦门 361005)

摘要: 用人工授精方法获取中国鲎的受精卵, 室温下完成胚胎发育。实验结果表明, ①中国鲎成熟卵为黄色或浅黄色, 卵径 2.7~3.5 mm, 扫描电镜下厚而韧的卵壳上有许多大小不同的微孔, 精子头部椭圆形, 具一盘状顶体囊, 尾呈鞭毛状; ②中国鲎的胚胎发育可分为卵裂期、囊胚期、原肠胚形成期、附肢原基形成期、组织分化期和快速生长期, 从受精到孵出三叶幼体约需 55 d; ③中国鲎胚胎发育具有发育期长、个体差异大、部分胚胎发生滞育等特点。

关键词: 中国鲎; 胚胎发育

中图分类号: Q132.4; Q959.22 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2001)04-09-06

* 国家自然科学基金资助项目(No. 39670147);

第一作者简介 王军, 48岁, 女, 副教授, 硕士; 研究方向: 海水鱼类的种质资源与病害防治;

收稿日期: 2000-06-03, 修回日期: 2001-02-28

Embryonic Development of *Tachypleus tridentatus*

WANG Jun WANG De-Xiang SU Yong-Quan LIANG Jun-Rong

(Dept. of Oceanogr. & Instit. of Subtropical Oceanogr., Xiamen University Xiamen 361005, China)

Abstract: Mature horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus* were sampled from aquatic market in Xiamen during the period from July 1998 to July 1999. The fertilized eggs were obtained by artificial insemination, then cultured in prepared seawater at room temperature (24 ~ 30 °C). The fertilized egg appeared yellow or light yellow and its size ranged from 2.7 to 3.5 mm. Sperm of the horseshoe crab consisted of an elliptical head and a long flagellum. Under the scanning electron microscope, there were many irregular pores on the thick chorion surface and an acrosomal vesicle like a plate on the top of the sperm. The embryonic development of *T. tridentatus* could be divided into 6 stages: cleavage, blastoderm, gastrule, appearance of rudimental appendages, organ specialization and rapid growing stage. It took about 55 days for the embryonic development from fertilized eggs to trilobite larva. The embryonic development of the horseshoe crab showed the characteristics of long hatching period, great variations in development interval between the individuals and diapause in some embryos.

Key words: *Tachypleus tridentatus*; Horseshoe crab; Embryonic development

鲎隶属节肢动物门(Arthropoda)、肢口纲(Merostomata)、剑尾目(Xiphosura)、鲎科(Limulidae),在地球上已存活了三亿多年,现还存有三属四种,我国产有中国鲎和圆尾鲎。中国鲎(*Tachypleus tridentatus*)在我国主要分布在长江以南的浙江、福建、广东和广西。由于鲎可供食用的部分很少故不曾被人重视,但自从人们成功地以鲎血液的提取物研制成具有广泛用途的“鲎试剂”后,有关鲎的研究日益见多,主要集中在鲎试剂的生产工艺、临床应用等方面,而有关鲎生物学、资源、生态等方面的研究很少。在中国鲎胚胎发育方面,日本学者关口晃一有过报道^[1],国内学者也曾对中国鲎的人工授精、早期胚胎发育、幼鲎发育和人工育苗等做过初步研究^[1~6]。作者对栖息于厦门沿海中国鲎的胚胎发育进行了较为深入地研究,结果既充实了中国鲎繁殖生物学的资料,也为今后中国鲎的人工繁育与资源保护提供必不可少的帮助。

1 材料与方 法

1.1 材料 实验所用的亲鲎于1998年7月和

1999年7月分别从厦门市渔市场购买。

1.2 方 法

1.2.1 人工授精 剖开雌鲎头胸部取出卵,用海水冲洗后平铺于装有沙滤海水的解剖盘中。同法剖开雄鲎步足基部侧缘,取精液(含有体液)于盛有海水的烧杯中,均速搅匀后迅速倒在卵上,静置1h完成受精。将受精卵移入新鲜海水中在室温(24~30 °C)下发育。为了便于观察,部分受精卵用浓度为1 mg/L中性红进行活体染色6h后移到沙滤海水中孵化、观察。

1.2.2 实验用水 实验海水(比重1.018~1.025)经沙滤,3 mg/L的漂白粉消毒,1 mg/L硫代硫酸钠中和。

1.2.3 日常管理 第1周每天换水2次,第2周起视水质情况从每天换水1~2次逐渐减少到2~3d换水1次。在换水时剔除坏卵。

1.2.4 扫描电镜样品的制备 生殖细胞按常规戊二醛和锇酸双重固定,酒精系列脱水,HCP-2临界点干燥,IB-3镀金100 Å,S-520 SEM扫描。

2 结果

2.1 生殖细胞 中国鲨的卵为黄色或浅黄色,卵径 2.7~3.5 mm,卵壳厚而韧,富有弹性,在扫描电镜下卵壳上有许多大小不同的微孔(图 1)。中国鲨的卵壳表面含有一种胶样物质,离体后的卵放入器皿时,会立即附着在器皿壁上,

这种粘性可保持数天。

中国鲨的精子为标准的动物精子,具有一椭圆形的头部和一鞭毛状的尾部。在扫描电镜下可见中国鲨精子的头部长约 2.8 μm ,顶端有一盘状的顶体囊,头部外表似菠萝外皮凹凸不平(图 1)。

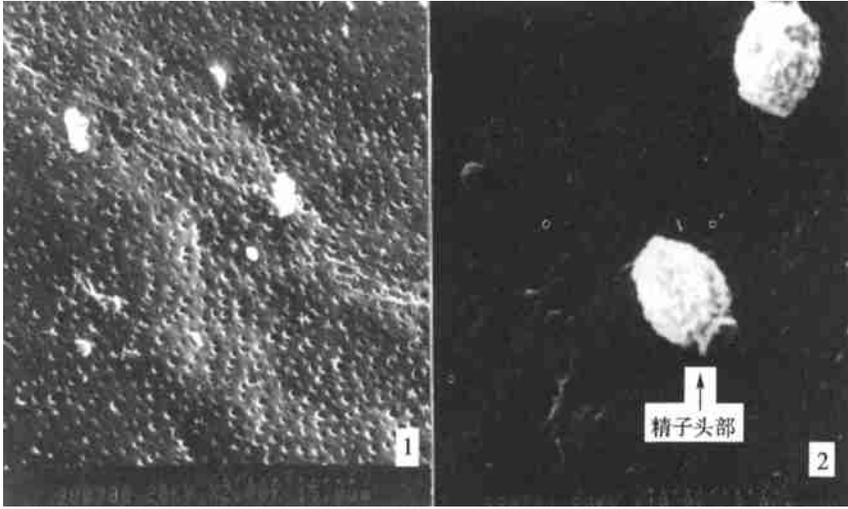


图 1 中国鲨精子与卵子表面超微结构

1. 卵表面结构的扫描电镜照片 $\times 2000$; 2. 精子的扫描电镜照片 $\times 10000$

2.2 胚胎发育 根据实验的观察结果,中国鲨的胚胎发育可以分为 V 期。

I 期: 卵裂期。受精 2 d 左右,卵表面出现细裂纹,此时受精卵细胞质的流动性大,而卵壳上的胶样物质使得受精卵紧紧地附着于解剖盘上,受精卵的上端呈平台状。随后受精卵表面出现大卵裂块,并随时间延续卵裂加剧,卵裂块变小,卵壳对底物的吸附力也随之变小,最终消失,平台也随之消失。卵裂期持续时间约 2~3

d(图 2: 1)。

II 期: 囊胚期。受精后第 3~4 d,当卵表面出现核裂小点时受精卵进入囊胚期,此时在卵膜表面的细裂纹渐消失。未用中性红染色的卵也可观察到核裂小点。囊胚期持续 2~3 d(图 2: 2)。

III 期: 原肠胚形成期。当胚体表面出现隆起块时即为胚体进入原肠胚形成期,隆起块为早期胚盘特征。随胚胎发育在隆起块中间出现

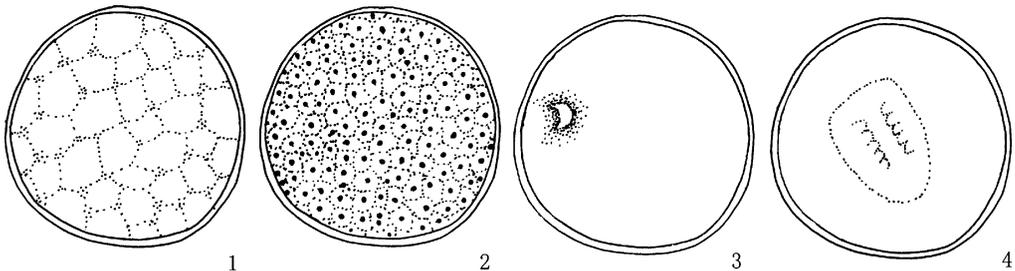


图 2 中国鲨胚胎发育的卵裂期~附肢原基形成期

1 卵裂期(I 期); 2 囊胚期(II 期); 3 原肠胚形成期(III 期); 4 附肢原基形成期(IV 期)

胚孔。约 3 d 后, 胚孔附近出现后丘 (cumulus poterior)。原肠胚形成期大约持续 6~8 d (图 2: 3)。

IV期: 附肢原基形成期。受精约 12 d 后胚孔前缘出现弧形沟, 2 d 后从卵表面可见胚体分成 5 个体节, 随后大约 1~2 d, 体节上附肢原基出现。附肢原基形成期大约持续 6 d (图 2: 4)。

V期: 组织分化期。组织分化期可细分为 V-1 期、V-2 期和 V-3 期。

V-1 期: 第一次胚内蜕皮期。该期始于受精后约 18 d, 卵壳的透明度明显降低, 光镜下已无法观察到胚体的任何变化, 这种浑浊状一般持续 3 d。此时的胚体正在进行第一次胚内蜕皮, 也即受精 20 d 左右的胚体将完成第一次胚内蜕皮。蜕皮发生在卵周隙内, 蜕下的皮膜留在卵周液中, 蜕皮后的胚体较为透明, 可比较清楚地观察到胚体呈西瓜瓣裂状, 附肢延长, 胚体在卵周液内能缓慢翻滚 (图 3: 1)。

V-2 期: 第二次胚内蜕皮期。V-1 期 3~4 d 后胚体进行第二次胚内蜕皮, 在此同时卵壳

也破裂蛻去, 取而代之的是一层薄而透明的卵膜。蛻皮、蛻壳后的胚体生长迅速, 侧器官 (lateral organ) 清晰可见, 前体部附肢变长, 后体部附肢为叶状, 胚体在附肢的推动下, 可在卵膜内自由地滚动 (图 3: 2, 4)。

V-3 期: 第三次胚内蜕皮期。出现在受精后约 28~35 d, 期间胚体完成第三次胚内蜕皮, 蛻皮后的胚体在外观上已具备三叶幼虫雏形, 胚体前体部变宽, 呈半圆形, 后体部呈矩形, 侧器官位于眼脊侧面。该期的胚体在卵膜内的滚动十分活跃 (图 3: 3, 5)。

在组织分化期内胚体共进行三次胚内蜕皮和一次蛻壳, 三次胚内蜕下的皮均留在卵周液中。组织分化期持续时间大约 16 d。

VI期: 快速生长期。完成第三次胚内蜕皮后约 15 d 的胚体进行第四次胚内蜕皮, 蛻皮后的个体快速生长, 胚体体积明显增大, 几乎占据了整个卵膜内空间, 以至胚体不能在卵膜内翻滚。此期的胚体头胸部侧后缘变尖, 前缘呈广弧形, 周缘毛清晰可见, 后体部的发育与前体部

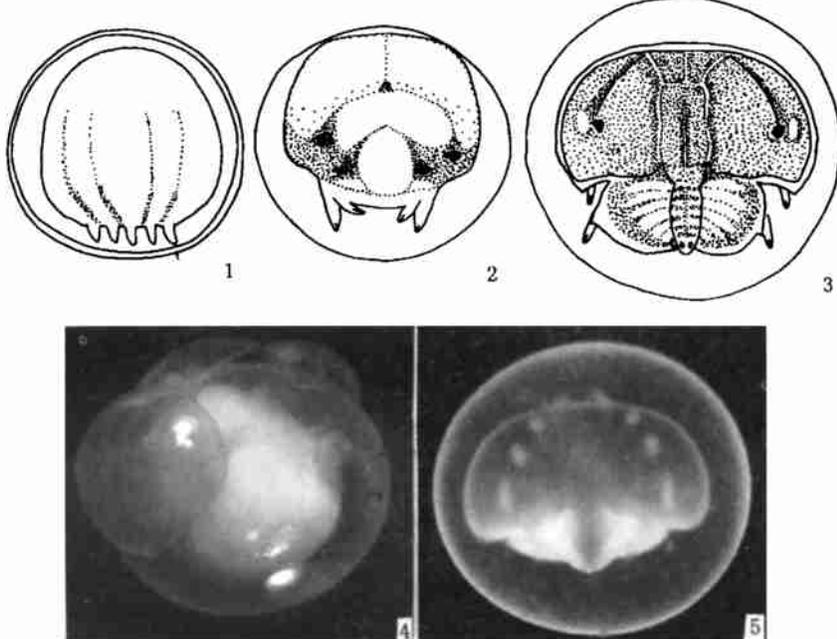


图 3 中国鲨胚胎发育的组织分化期(V 期)

- 1. 第一次胚内蜕皮期; 2. 第二次胚内蜕皮期; 3. 第三次胚内蜕皮期; 4. 第二次胚内蜕皮期蛻卵壳照片;
- 5. 第三次胚内蜕皮期照片(腹面观)

基本同宽(图4)。完成第四次胚内蜕皮4~5 d后, 胚体在附肢、前部体头胸甲和胚体伸缩活动的共同作用下破膜而出成为三叶幼体(图5)。

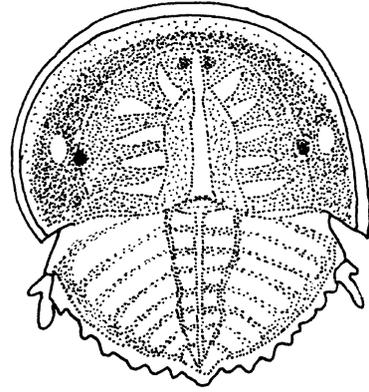
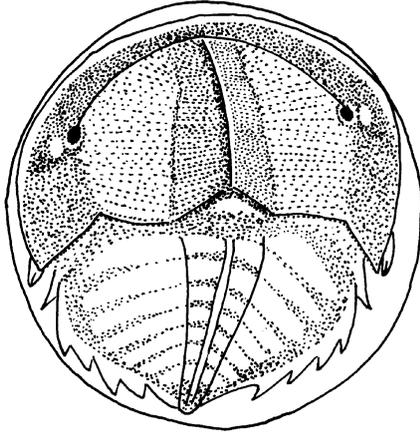


图4 中国鲨胚胎发育的迅速生长期(VI期) 图5 中国鲨刚孵出的三叶幼体

在胚胎发育过程中卵径变化跟踪观察结果表明, 每次蜕皮后的胚体其卵径都有明显的增加, 特别是第三次胚内蜕皮后的胚体生长速度最快, 到第四次胚内蜕皮时的卵径可达6.0 mm左右, 约为受精卵的1.8倍, 为第一次至第三次胚内蜕皮胚体的1.7、1.4和1.3倍。

2.3 滞育 在十多次的中国鲨人工繁育实验中, 每次都有10%~30%的胚体发生滞育。中国鲨胚体的滞育多发生在原肠胚形成期, 而在重金属污染海水中发育至组织分化期的部分胚体也会发生休眠状态^{*}。滞育延续的时间依个体而异, 一些胚胎大约在同批胚胎三叶幼体孵出时解滞继续发育, 还有一些滞育胚胎要等到翌年春季才能解滞, 滞育时间长达半年。

3 讨论

由于中国鲨的卵壳厚而韧, 并含有大量的卵黄^[1], 使其胚胎在组织学研究中极难被充分固定, 从而给石蜡切片造成很大困难, 至今尚未见到有关中国鲨胚胎发育组织学研究的详细报道。而中国鲨受精卵发育过程的活体观察也同样受到卵壳厚和卵黄多的干扰, 因而对胚内蜕皮前的囊胚期、原肠胚形成期和附肢原基形成期的形态观察也是相当不易的。目前有关中国鲨胚胎发育分期多以胚胎发育过程中外部形态

刚出膜的三叶幼体就可通过躯体的伸缩在水中做弹状的游动, 十分活泼。整个胚胎发育期约55 d。

的变化为主要依据。日本学者关口晃一将中国鲨的胚胎发育细分为21期^[1], 我国有学者简要地将中国鲨受精卵与幼鲨发育分为: 脱卵壳期、脱卵膜期、三叶幼体期、后期幼体和仔鲨^[3]; 也有学者将中国鲨的胚胎发育分为胚盘形成期、体肢和附肢原基的形成、脱壳和蜕皮^[4]; 作者根据中国鲨胚胎发育过程中胚胎形态变化的特点, 将其分为卵裂期、囊胚期、原肠胚形成期、附肢原基形成期、组织分化期和快速生长期, 6期分别以卵表面的细裂纹、卵表面的核裂小点、早期胚盘隆起、附肢原基的出现、3次胚内蜕皮和第4次胚内蜕皮为特征, 又将组织分化期以3次的胚内蜕皮为特征细分为3个小期。在目前尚无详细组织学研究资料的情况下, 这样的分期能较为清楚地阐述中国鲨胚胎发育过程。

农历5、6月份是福建沿海中国鲨的繁殖季节, 中国鲨通常在大潮时来到沙质高潮区产卵。分坑产卵^[2]、胚胎发育期长、个体差异大、滞育现象明显、卵壳对胚体具有特殊保护功能, 如耐旱、耐温、耐盐^[9]等繁殖特点是中国鲨所具有的特殊繁殖策略, 也是中国鲨成功地在地球上繁衍生息几亿年, 成为当今活化石的重要原因之

* 梁军荣, 王军等. 四种重金属对中国鲨胚胎发育的影响. 生态学报, (待刊)

一。遗憾的是中国鲨的这些成功的繁殖策略能使其成为“活化石”，却无法抗拒人们过度地涉海活动对其种族正常繁衍所造成的破坏，而过长的胚胎发育期和明显的滞育特点反为其资源保护和人工繁育增殖带来了许多困难。为了有效地保护日益衰竭的中国鲨资源，人类应该尽早意识到还给地球村古老居民中国鲨一片赖以生存的海域，让中国鲨与世界上更多的生物与人类共存。

参 考 文 献

[1] Koichi S. Biology of Horseshoe Crab. Tokyo: Sciencehouse

Co., Ltd., 1988.

[2] 蔡心一, 林琼武, 黄健裕. 中国鲨的生殖习性和早期胚胎发育. 海洋学报, 1984 6(5): 663~671.
 [3] 王渊源, 郑金宝. 幼鲨发育的初步报告. 海洋科学, 1984, 3: 47~48.
 [4] 梁广耀. 中国鲨人工育苗的初步研究. 海洋科学, 1987, 1: 40~47.
 [5] 吴翊钦, 梁平, 刘玉良等. 鲨人工授精试验的初步观察. 动物学杂志, 1989 24(1): 39~40.
 [6] 廖永岩, 洪水根. 中国鲨人工授精育苗的初步研究. 湛江海洋大学学报, 1997 17(2): 23~26.
 [7] 王军, 梁军荣, 苏永全等. 温度、盐度对中国鲨胚胎发育的影响. 中国学术期刊文摘, 1999, 5(9): 1 180~1 182.

长江中游四大家鱼仔鱼营养状况的初步研究^{*}

宋昭彬 曹文宣

(中国科学院水生生物研究所 武汉 430072)

摘要: 通过形态观察、食性分析及消化系统组织学检测, 对长江中游四大家鱼仔鱼的营养状况进行了初步评价。仔鱼具有匀称、消瘦和很消瘦三种体型; 空肠率较高, 草鱼、鲢、青鱼和鳙分别为 45.16%~72.13%, 30%~40.91%, 31.25%~67.65% 和 87.50%; 依据肝胰脏和肠的组织学特征, 可以将天然仔鱼的营养水平划分为很好、较好和饥饿三种。1998 年采自九江江段的样本中, 遭受饥饿的草鱼、鲢、青鱼和鳙分别为 40%、48.15%、46.15% 和 60%。

关键词: 四大家鱼; 仔鱼; 营养状况; 长江中游

中图分类号: Q493 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2001)04-14-07

The Preliminary Studies on Nutritional Condition of Larval Grass Carp, Silver Carp, Black Carp and Bighead from the Middle Reaches of the Yangtze River

SONG Zhao-Bin CAO Wen-Xuan

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences Wuhan 430072, China)

Abstract: The nutritional condition of the larval grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), black carp (*Mylopharyngodon piceus*), and bighead (*Aristichthys nobilis*) from the middle reaches of the Yangtze River was evaluated based on morphological observa-

* 国务院三峡办和中国长江三峡工程开发总公司[SX(97)-17 HB] 和中国科学院重大项目(KZ951-A1-102-01)资助;
 第一作者介绍 宋昭彬, 男, 29 岁, 博士; 研究方向: 鱼类生态学; 现工作单位: 宁波大学水产系, 浙江宁波 315211;
 收稿日期: 2000-12-13, 修回日期: 2001-02-13