

文章编号: 1000-0615(2008)02-0217-06

管角螺的繁殖生物学

潘 英¹, 庞有萍¹, 罗福广¹, 陈锋华¹, 王强哲²

(1. 广西大学动物科学技术学院, 广西 南宁 530004;

2. 北海市水产技术推广站, 广西 北海 536000)

摘要: 研究了管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin) 繁殖方式、繁殖季节、繁殖力、孵化及稚、幼螺发育过程。研究表明, 管角螺在广西沿海每年只有一个繁殖期(4~5 月, 水温 24~28 ℃)。管角螺的整个胚胎发育阶段都在卵囊内进行, 属直接发生型, 出膜后即为稚螺, 其繁育过程没有自由生活的浮游幼虫阶段。繁殖期内亲螺有多次交尾现象, 平均每个雌螺产卵 2.1 次, 产卵囊 20.4 个, 每个卵囊平均含有卵子 2 115 粒, 个体繁殖力 4.3 万粒。水温 24~29 ℃时稚螺孵出时间为 29~30 d, 孵化率 98%。90 d 后发育为 5.0 cm 的幼螺。

关键词: 管角螺; 受精卵; 繁殖生物学; 胚胎发育

中图分类号: S 917 **文献标识码:** A

管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin) 属腹足纲 (Gastropod)、盔螺科 (Galeodidae), 是浅海较大型经济螺类, 主要分布在我国浙江以南、广东、广西和海南沿海, 生活在潮下带近海 11~40 m 的软泥和泥沙质的海底, 成体壳高 110~200 mm, 壳宽 70~117 mm (约 150~300 g), 最大壳高 300 mm (体重 500 g) 以上。其肉肥大、味美、营养丰富, 属名贵海鲜, 深受国内外市场欢迎。在广西、广东沿海渔民俗称为角螺、响螺^[1]。近年来, 由于沿海过度捕捞, 管角螺资源量日趋减少, 市场价格昂贵, 供不应求, 很有养殖开发前景。笔者于 2005~2006 年承担了广西科学研究与技术开发计划项目, 对广西沿海的管角螺开展了生态学和人工繁殖研究^[2]。国内外有关管角螺的研究报道很少, 仅有林志华等^[3]对管角螺的生态及繁殖习性进行了初步观察, 但对管角螺胚胎发育的研究未见有较多的资料报道。管角螺是目前发现的海产前鳃类腹足动物中营直接发生类型的种类^[3]。本文对管角螺的繁殖生物学和胚胎发育规律进行了较详细的研究, 旨在为该种经济贝类的开发利用和资源保

护提供一些理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验所用的管角螺于 2006 年 3 月采捕自广西北部湾沿海, 亲螺入池前先逐个进行壳高、壳宽、体重的测定, 实验用亲螺 216 个, 平均壳高 15.6 cm, 平均体重为 0.2 kg, 将外形完整, 无损伤的个体分批入池暂养。

1.2 方法

亲螺暂养于 7.2 m×3.4 m×1.8 m 的室内水泥池中, 水深 40 cm, 暂养密度每立方米 6 个。隔天清底, 全量换水 1 次, 连续充气增氧。投喂新鲜的紫蛤 (*Sanguinolaria violacea*)、文蛤 (*Meretrix meretrix*)、翡翠贻贝 (*Perna viridis*)、牡蛎肉等饵料, 日投饵量为体重的 8%。在日常管理条件下, 连续观察记录管角螺的繁殖方式、繁殖时间和繁殖力。

每天不定时从同一天产的卵群中随机取样, 用游标卡尺测量卵囊的大小; 抽样统计卵囊中卵

收稿日期: 2007-01-31

资助项目: 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 0537010-1C); 广西科学基金项目 (桂科青 0640007)

作者简介: 潘 英 (1968-), 女, 广西南宁人, 博士, 教授, 从事海洋贝类遗传育种及养殖研究。Tel: 0771-3235635, E-mail: nnping

@sohu.com

子的数目;卵径采用随机取样,目微尺测定;观察受精卵在卵囊内的孵化过程,胚胎发育在可控温的室内孵化,观察发育速度并显微拍摄。

稚螺孵出后 3 d 开始摄食,培育密度为每立方米 3 000 ~ 4 000 个,以新鲜的文蛤为饵料,日投饵量为稚螺体重的 5%,隔天全量换水 1 次,连续充气增氧,观察和测量其生长发育过程。

2 结果

2.1 繁殖季节

北部湾沿海地处亚热带气候,3 月底的水温就能达到 20 ℃。广西沿海管角螺每年只有一个繁殖期,即 3 ~ 5 月(水温 24 ~ 28 ℃),产卵盛期在 4 月中至 5 月中,到 5 月底水温达 29 ~ 30 ℃后便停止产卵。

2.2 繁殖方式

管角螺是雌雄异体,雌雄个体在贝壳及厖上无区别,但在繁殖季节可根据软体部交接器形态及腹足口等特征加以区分。生殖腺位于身体背侧,成熟期精巢淡黄色,卵巢桔黄色,雄性个体在外套腔右侧具发达的交接突起,而雌性个体具有交接囊和腹足口(即产卵孔)。自然采捕的群体,雌性个体远远多于雄性,雌雄性比接近 10:1^[3]。繁殖季节里,亲螺入池后 3 d 就有交尾活动,20 d 左右,交尾活动进入高潮,整个交尾活动可持续 1 个月。交配时雄体位于雌体右前侧稍下方,雄螺与雌螺壳口呈 45°角相对,阴茎伸入雌性的交接囊中,将精子送入和贮存于雌性输卵管内,待卵子排出后完成受精^[4](图版-1)。当许多卵子通过输卵管时,一齐被输卵管所分泌的胶状物包被而形成卵囊雏形产出,再经腹足口的成形作用形成特定形状的卵囊附着于基质上^[5]。交配活动一般多在夜间进行,交配时间持续较长,整个交配过程一般达几十分钟甚至几小时。雌螺一般在交配后,部分个体便可产卵,而大部分在数小时后进行。多数个体在夜间或黎明产卵,白天较少。产卵时雌体将其足部紧缩,把卵囊从阴道口产出,利用体内生殖腺附近粘液腺分泌的乳白色粘液,将卵囊与粘液一起产出,到达足面的腹足口。再通过足部的伸缩运动,将卵囊从腹足口挤出成形,接着继续下一个卵囊的产出,逐渐形成片状整齐排列的卵群,并固着于基质上。观察在室内培养下的管角螺产卵习性,发现雌螺一般将卵囊产在光线阴暗

处的池底砖块或池壁上,且不同雌体常趋向于将卵囊集中产在同一块砖或同一处池壁,以致形成很大的卵囊群(图版-2)。管角螺产卵速度较缓慢,每个卵囊产出的间隔持续时间可达几十分钟以上。在水温 26 ℃时,每小时正常的产卵速度平均为 0.9 个。根据所产卵囊数目的多少,每个雌螺常需几十分钟至数小时才能产完一簇卵。如果产卵过程中受到环境的扰乱,则暂时停止产卵活动,3 ~ 4 d 后才恢复产卵。产卵结束后雌体离开卵群。

2.3 繁殖力

繁殖期内每个亲螺有多次交尾现象。整个繁殖季节,性成熟亲螺交配、产卵 2 ~ 3 批,壳高 70 ~ 210 mm 雌螺一次可产卵囊数最少 8 ~ 10 个,最多高达 58 个,平均为 20.4 个。2006 年 3 月 1# 池亲螺 104 个,到 5 月中旬共采得卵群 72 簇,1 864 个卵囊,平均每个雌螺产卵 2.3 次;2# 池亲螺 112 个,到 5 月底共采得卵群 102 簇,2 356 个卵囊,平均每个雌螺产卵 1.9 次。平均每个亲螺在繁殖期内有 2.1 次交尾和产卵活动。

管角螺刚产出的卵囊呈乳白色,半透明,外周为一层较厚的胶质膜,表面光滑,呈梯形,片状(高 17.1 ~ 28.2 mm,宽 12.2 ~ 19 mm,厚 2.6 ~ 4.2 mm)。卵囊顶端的两侧有褶皱,中间有一薄的椭圆形卵膜孔(卵膜孔径 4.5 mm × 2.8 mm),被透明的胶质膜封闭,是稚螺孵化的出口。在卵囊的基部有一胶质短柄(柄长 2 ~ 4 mm),短柄的基部是一薄而有强粘性的胶质层,各卵囊依靠其与短柄相连并黏附在固着物上。一簇卵囊通常呈直线型、弧形或螺旋形整齐地等距离排列,不发生重叠,卵囊间距 2 ~ 3 mm。

在卵囊的胶质膜内包含一种粘稠透明状的胶体物—蛋白腺液,卵子均匀悬浮分布于该液体中^[6]。一般每个卵囊含卵个数为 1 500 ~ 3 000 粒。

由于卵囊的长短大小不同,其所含卵粒数量有相当差别,如卵囊最短的 12.1 mm,所含卵粒数只有 448 粒;最长的 24.2 mm,卵粒数量达 3 096 粒。平均每个卵囊高度为 17.0 mm,其所含卵粒数量平均为 2 115 粒。每个雌螺平均产卵量为 4.3 万粒。管角螺所产卵囊长短与个体大小有明显关系,通常个体小则产卵囊短,个体大则所产卵囊长,且先产的卵囊坚实饱满,最后产出的卵囊较

薄,甚至会产生 1~2 个不成形的软壳卵囊。

2.4 胚胎发育

孵化 管角螺的整个胚胎发育和幼虫发育阶段都在卵囊内进行,属直接发生类型。管角螺的卵呈球形,卵径 240~320 μm ,平均卵径 280 μm ,卵内均匀充满着黄色的卵黄颗粒。管角螺在交配后,精卵迅速结合,受精卵呈圆形,在水温 26~29 $^{\circ}\text{C}$ 解剖观察卵囊内受精卵,其发育过程缓慢,且胚胎发育不同步。经过 2~3 h 放出极体(图版-3);4~6 h 分割成 2 细胞(图版-4);0.5~1 d 形成 4 细胞(图版-5),此时卵囊由乳白色转为浅黄色;2 d 发育成 8 细胞(图版-6);3 d 形成多细胞期(图版-7);以及胚盘自动物极向植物极包被整个胚胎的 2/3 左右,进入原肠期;5 d 后卵子开始聚集成团,出现担轮幼虫(图版-8~9)。卵囊内卵子在 9 d 时全部聚集成团,平均 125 个卵子/团。每个卵团里通常只有一个受精卵能生长发育到稚螺雏形,继而发育成稚螺。

管角螺受精卵在卵囊内的孵化时间与水温有关,水温 24~28 $^{\circ}\text{C}$ 时只需 30 d。在同一簇卵囊中的稚螺从每个卵囊顶孔爬出,往往需要 3~4 d 才能全部孵化出膜。每个卵囊一般仅能孵出 10~20 个稚螺。管角螺孵化率较高,平均为 98% 以上。

幼虫及稚螺的发育 水温 24~28 $^{\circ}\text{C}$ 时,管角螺幼虫及稚螺的发育过程如下:7 d 时已开始出现早期的面盘幼虫,幼虫的四周密集纤毛,并依靠纤毛顺时针缓慢转动。幼虫自身残存了部分卵黄,并在其身体周围粘附有 100 多个卵子供其营养。约发育到 18 d 时,幼体后端已形成一个螺层的初生壳,卵黄颗粒已基本消失,周围只有 1~2 个卵子粘附,足部已形成,面盘还没有缩进初生壳里(图版-10)。贝壳形成前后沟,足能伸出壳外,足内平衡囊清晰可见,头部出现 1 对触角和基眼。此后,初生壳继续螺旋形向前生长。长至 22 d 时,初生壳形成 2 个螺层(3.8 mm $\times$ 2.2 mm),足部已长出完整的厣,头、足部能自如伸缩,并能缩入壳内(图版-11)。此期稚螺贝壳生长明显,足逐渐分化为前足和后足,并形成■面。此时稚螺已具爬附能力,将其从卵囊内解剖取出放入水中,仍具存活力,且它既能用足倒挂浮游于水面,又能用足匍匐爬行。28 d 发育为 2 个螺层、螺壳上有 8~11 条纵螺肋的稚螺。

2.5 稚螺的生长

水温 28~29 $^{\circ}\text{C}$,稚螺在卵囊内发育到 30 d 时,卵孔膜变白脱落,逐渐从卵囊的顶端膜孔孵出,密集爬附在卵囊周围,平均壳高 4.2 mm,壳宽 2.8 mm。这时螺壳已具有 3 个螺层,呈红褐色,体螺层上有明显的 7~8 条纵螺肋。体螺层上有与纵肋垂直的环肋。螺旋顶部因磨损而发白。触角伸缩自如,足爬行灵活。足的■面宽广、发达,能作翻身运动,头部触角 1 对,眼 1 对,吻明显可见,外套膜形成入水管伸出前沟。稚螺自卵囊膜孔孵出后 3 d 即开始摄食贝肉,且生长较快,具有游泳能力,既能用足倒挂浮游于水面,又能用足匍匐爬行。稚螺孵出后,此时卵囊的颜色逐渐变成黄色透明状,卵囊中的液体也逐渐变稀,由刚开始的粘稠状最后成为水样状。稚螺孵出后卵囊在水中逐渐腐烂溶解。

40 d 稚螺具有发达的足和吻,已完全适应在池底和壁上营匍匐生活,主动舔食蛤肉,并喜群栖生活,生长较快,平均日增长 0.26 mm。45 d 稚螺出现 4 个螺层(平均壳高 7.7 mm,壳宽 4.2 mm),体螺层肩部有突起,并生长茸毛,螺旋部磨损发白,第 3 层有纵肋分布。90 d 后发育为壳高 5.0 cm 左右的幼螺,已具备成螺的形态特征,具 6 个螺层,贝壳表面有黄褐色的壳皮茸毛,并形成角状突起(图版-12)。饵料种类对稚螺的生长有明显的影响,我们曾采用单胞藻、底栖硅藻、车元(对虾育苗中糠虾幼体和稚虾的商品饵料)、虾蟹肉、鱼肉、文蛤肉等作为饵料,以蛤肉的摄食生长最好,最大日增长达 0.64 mm(表 1)。

3 讨论

管角螺的交配和产卵季节与其生活水域的温度有关。林志华等^[3]报道浙江沿海在 4 月中旬进入繁殖期,5 月为繁殖盛期,6 月中下旬停止产卵。而管角螺在广西北部湾海域,4 月初即进入交尾期,4 月中旬就进入繁殖盛期,水温在 26~27 $^{\circ}\text{C}$ 是产卵的高峰季节,5 月底停止产卵。最适发育温度为 24~28 $^{\circ}\text{C}$ 。平均每个雌螺产卵 2.1 次,产卵囊 20.4 个,产卵量 4.3 万粒。

有关管角螺性成熟和年龄的问题,据林志华等^[3]在繁殖期对个体进行解剖观察,生物学最小个体壳高为 10 cm,推断初次性成熟年龄为 2 龄。在本实验中,管角螺初次性成熟年龄为 1 龄,壳高

达 7 cm 时便已达到性成熟并能进行交配和产卵,但产出的卵囊小。不同大小的管角螺产出卵群的大小、卵群中卵囊的大小和数目及卵囊内卵粒的数量都存在一定的差异,而同一个体产出的一簇

卵囊大小基本一致。卵囊的大小不同,其内所含卵粒数量有明显差别,这与林志华等^[3]认为卵囊大小与卵子数无一定关系的报道有所不同。

表 1 管角螺稚螺的生长速度

Tab.1 The growth rate of naiad *H. tuba*

时间 time	水温(℃) water temperature	平均体重(g) average body weight	壳高平均值(mm) average shell height	日增长(mm) daily increasing
2006-05-10	29.5	0.9	3.9	0
2006-05-20	27.2	1.2	6.5	0.26
2006-06-10	28.0	1.7	17.8	0.57
2006-06-20	30.2	2.0	24.2	0.64
2006-07-10	30.5	3.1	36.5	0.62
2006-07-20	31.0	3.9	40.1	0.36

管角螺的整个胚胎发育和幼虫发育阶段都在卵囊内进行,为直接发生,所以孵化率很高。每个卵团里只有一个受精卵能生长发育到稚螺雏形,继而发育成稚螺。在骨螺科和蛾螺科的某些种类的胚胎发育过程中,卵囊内卵子分为正常卵和败育卵,正常可育卵在卵囊内不仅利用里面蛋白基质作为能源,而且还能消化败育卵作为另一营养来源^[7]。管角螺胚胎发育过程与此情况非常相似。从我们观察多个卵囊的结果证明,每个卵囊内并非所有卵子都是受精卵并能进行发育。因此,管角螺的卵子和其它前鳃类腹足动物不同^[6,8-9],有正常卵和营养卵之分。在受精卵、幼体及稚螺发育的各个阶段,胚胎前期主要由卵黄提供营养;在形成卵团之后,卵黄已消耗殆尽,幼体的营养则主要是由卵囊中包被的粘稠状蛋白腺液和营养卵提供。稚螺孵出后,卵囊内的蛋白腺液因营养成分被幼体及稚螺耗尽而由原来的粘稠状变成水样状,且营养卵也被逐渐消耗殆尽。因此,我们推断管角螺胚胎发育过程中所聚集的卵团里,能生长发育到稚螺雏形的受精卵主要依靠消耗蛋白腺液和其它的营养卵而保证其营养来源,在没有补充营养的条件下能够保证胚胎顺利地发育。有关管角螺胚胎发育中营养卵如何为可育卵提供营养能源的作用机制有待今后进一步研究。

对管角螺而言,尽管每个卵囊内含有卵子 1 500~3 000 粒,由于其受精率非常低,只有 10~30 个受精卵能发育生长成稚螺,而成熟的雌螺每年产卵 2~3 次,每次最多可产 50 多个卵囊,平均

20.4 个。因此,每个成熟雌螺每年仅能繁殖 1 000 多个幼螺,其繁殖后代的能力非常脆弱。

管角螺孵化时间较长,水温 24~29℃时,稚螺自卵囊内孵出需 30 d,与林志华等^[3]报道的 40~50 d 完成胚胎发育有较大的差异。这可能与发育过程中的水温高低有密切关系。水温的变化对繁殖发育有较大的影响,平均水温越高,发育经历的时间越短^[6]。同一雌体所产的卵囊,往往不按其产出的先后次序进行孵化,而是基本同步孵化。管角螺的胚胎发育和幼虫发育过程都在卵囊内进行和完成,出膜后即为稚螺,因此其繁育过程没有自由生活的浮游幼虫阶段。管角螺幼体发育缓慢,水温 24~29℃时需 18 d 发育至 1 个螺层的稚螺,30 d 发育为 3 个螺层的稚螺。稚螺孵化出膜后,饵料对稚螺的生长发育有很大的影响,稚螺对饵料有选择性,在饵料与底质适宜的条件下,生长速度较快。

参考文献:

- [1] 齐钟彦. 中国经济软体动物[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 102-103.
- [2] 潘英, 王强哲, 庞有萍, 等. 管角螺全人工育苗试验[J]. 水产科技情报, 2007, 34(2): 84-85.
- [3] 林志华, 王铁杆, 夏彩国. 管角螺生态及繁殖习性观察[J]. 海洋科学, 1998, 5: 11-12.
- [4] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论(修订版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 158-164.
- [5] 王慧珍. 浙江动物志(软体动物篇)[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991: 103.
- [6] 周永灿, 陈国华, 潘金培. 毛嵌线螺的研究[J]. 海

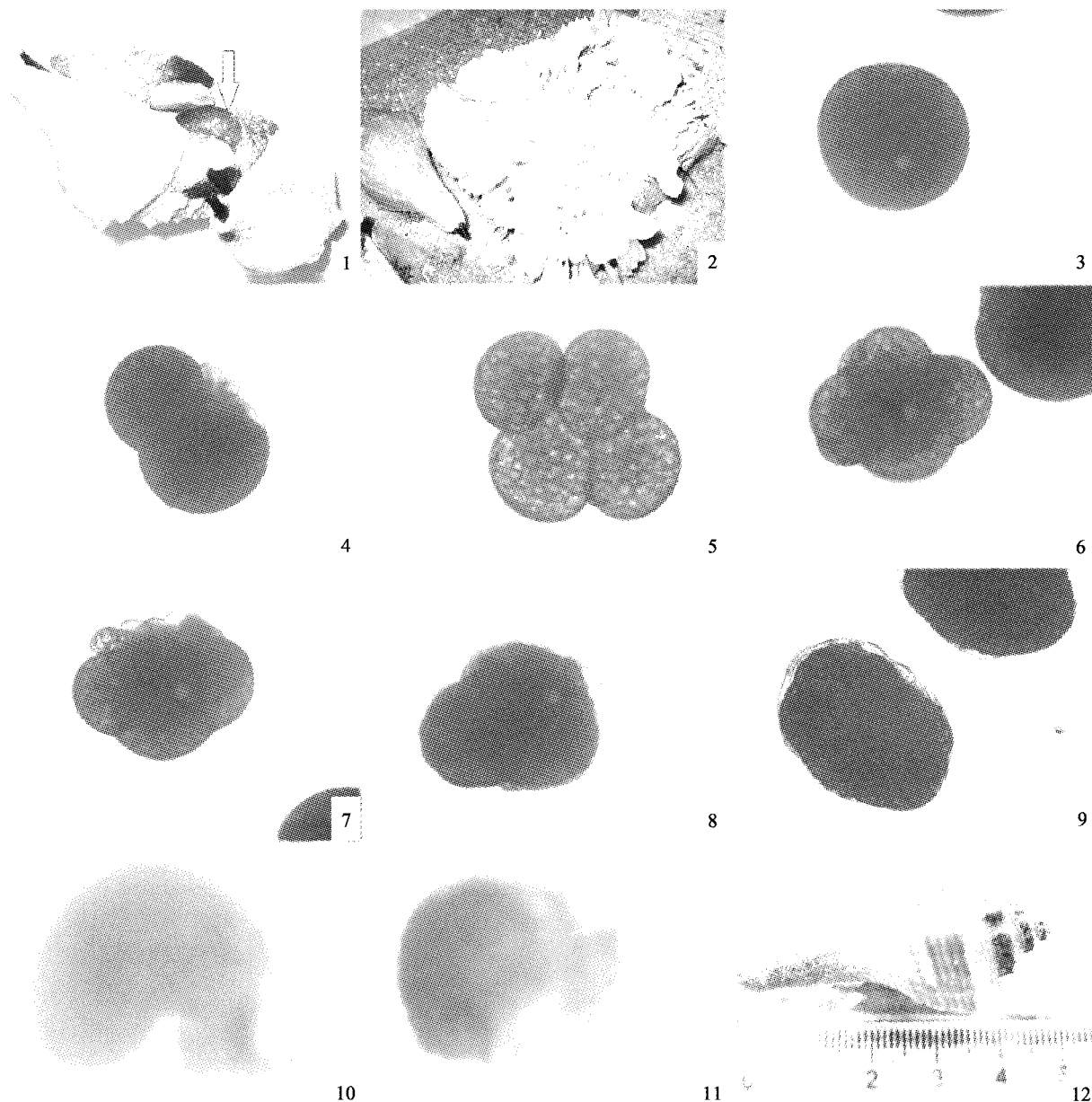
洋学报, 2000, 22(2):97-104.

学院学报, 1959, 1(1):92-130.

[7] 楼允东. 组织胚胎学(第二版)[M]. 北京:中国农业出版社, 1999:224-225.

[9] 魏利平, 邱盛尧, 王宝钢, 等. 脉红螺繁殖生物学的研究[J]. 水产学报, 1999, 23(2):150-155.

[8] 李嘉泳. 强棘红螺的生殖和胚胎发育[J]. 山东海洋



图版 Plate

1. 管角螺交配(箭头示交接突起); 2. 卵群; 3. 受精卵, $\times 100$; 4. 2细胞期, $\times 100$; 5. 4细胞期, $\times 100$; 6. 8细胞期, $\times 100$; 7. 桑椹期, $\times 100$; 8. 4 d 担轮幼虫, $\times 100$; 9. 5 d 担轮幼虫, $\times 100$; 10. 18 d 稚螺雏形, $\times 40$; 11. 22 d 稚螺, $\times 40$; 12. 90 d 幼螺 (50.0 mm $\times$ 24.2 mm)

1. copulation of *H. tuba* (arrow indicate penis); 2. egg masses; 3. fertilized egg, $\times 100$; 4. 2-cell stage, $\times 100$; 5. 4-cell stage, $\times 100$; 6. 8-cell stage, $\times 100$; 7. morula stage, $\times 100$; 8. 4 d trochophore, $\times 100$; 9. 5 d trochophore, $\times 100$; 10. 18d naiad form, $\times 40$; 11. 22 d naiad, $\times 40$; 12. 90 d young *H. tuba* (50.0 mm $\times$ 24.2 mm)

Reproductive biology of *Hemifusus tuba* (Gmelin)

PAN Ying¹, PANG You-ping¹, LUO Fu-guang¹, CHEN Feng-hua¹, WANG Qiang-zhe²

(1. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. Fishery Technology Extension Station of Beihai, Beihai 536000, China)

Abstract: *Hemifusus tuba* (Gmelin) is a commercially valued species that naturally lives in the South China Sea. In order to study the reproductive biology of *H. tuba*, 216 mature individuals captured from the North Bay were measured. The reproductive habit, season and reproductive capacity, hatching development and development course of naiad and young *H. tuba* were determined, and the whole process embryonic development was observed and photographs were taken continuously. Based on the annual change of cultural experiments, it was concluded that the reproductive season of *H. tuba* was from April to May (24 – 28 °C) every year in inshore Guangxi. The course of embryonic development occurred completely in egg capsule of *H. tuba*. It belongs to the direct developmental type. After hatching, it directly become naiad *H. tuba* and had no free life stage of larva. The parents mate many times in a reproductive period. The female spawns 2.1 times and lays 20.4 egg capsules in the average every reproductive period. The individual reproductive capacity is 43 thousands on the average. There are average 2 115 zygotes in an egg capsule, and the diameter of eggs was 240 – 320 μm, and only 10 – 30 could develop into naiads among them. Under 24 – 29 °C, the naiad hatched after 29 – 30 days. Hatching rate is 98%. The juvenile developed into naiad and grew into 5.0 cm young *H. tuba* after 90 days. The reproductive habit, season and reproductive capacity, hatching development and development course of naiad and young were first reported in *H. tuba*. These results would provide the important scientific basis for the large-scale artificial reproduction and the resources protection of *H. tuba*. And the optimal season of artificial reproduction is from April to May.

Key words: *Hemifusus tuba* Gmelin; zygote; reproductive biology; embryonic development