

文章编号: 1674 - 5566(2014)04 - 0498 - 07

两种石磺胚胎发育比较

钱 静, 沈和定, 管 菊, 王成暖

(上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306)

摘 要: 实验室内对平疣桑椹石磺 (*Platevindex mortoni*) 和里氏拟石磺 (*Paraoncidium reevesii*) 的胚胎发育过程进行了详细观察, 比较了两种石磺受精卵生物学数据之间的差异。结果表明, 平疣桑椹石磺和里氏拟石磺的受精卵生物学数据存在显著性差异 ($P < 0.05$)。分别记录两种石磺受精卵、分裂期、囊胚期、原肠期、膜内担轮幼虫期、膜内面盘幼虫期、孵化期 7 个发育阶段的胚胎大小和孵化所需时间, 观察各期胚胎发育特征, 并与瘤背石磺胚胎发育做比较。发现不同种石磺胚胎发育各期的主要形态结构并无明显区别, 但是发育各期胚胎大小及孵化所需时间均有较大差异。在平均水温 28 °C, 静水微充气, 平均盐度 15 的条件下, 平疣桑椹石磺、里氏拟石磺和瘤背石磺从受精卵到膜内面盘幼虫孵化分别需要 210 h、253 h 和 270 h; 死亡时间分别为产卵后的第 25 天、22 天和 24 天。孵化后的自由面盘幼虫发育至匍匐幼虫期开始死亡, 未完成幼虫培育过程, 面盘幼虫的变态过程和变态条件仍有待研究。

研究亮点: 目前对石磺科贝类胚胎发育的研究仅限于瘤背石磺, 未见其他种石磺胚胎发育相关报道。研究石磺科其他种石磺胚胎发育, 并与瘤背石磺进行比较, 能为石磺科贝类系统发育和分类工作提供基础依据, 同时也为石磺科贝类的人工繁殖提供了重要参考。

关键词: 平疣桑椹石磺; 里氏拟石磺; 胚胎发育

中图分类号: S 917.4; S 968.9
文献标志码: A

石磺 (*Onchidiid*) 隶属软体动物门 (*Mollusca*)、腹足纲 (*Gastropoda*)、肺螺亚纲 (*Pulmonata*)、柄眼目 (*Stylommatophora*)、石磺科 (*Onchidiidae*)。雌雄同体、雄性先熟, 我国主要分布于黄海、东海和南海沿岸^[1], 是海洋与陆地间的过渡带生物, 其系统分类工作仍处于基础阶段^[2]。

国外有关石磺种类的形态分类^[3-5]、生理生态^[6-7]、体内活性物质的分析^[8]和繁殖生物学^[9-13]等方面的研究均有较多报道。国内, 黄金田等观察了瘤背石磺 (*Onchidium struma*) 的形态和生态习性^[14], 并进行了温箱养殖试验^[15]; 王金庆等研究了瘤背石磺生殖系统^[16]、胚胎和幼虫发育的过程及特点^[17]; 吴杨平等对瘤背石磺两性腺周年发育规律、生殖系统组织学及精子利用规律进行了初步研究^[18-20]; 沈和定等研究了不同温度和盐度对石磺胚胎发育的影响^[21-22]; 沈永龙

等研究了不同孵化方式、培育密度和附着基对瘤背石磺人工繁育的影响^[23]。

平疣桑椹石磺和里氏拟石磺为我国大陆沿海新纪录种, 个体较小, 3 g 以上个体性腺均已发育成熟。其外部形态和内部结构已有相关研究, 分子系统学研究也正在逐步完善中, 但有关其胚胎发育的特性尚无任何报道^[24]。因此, 本文初步研究并比较了平疣桑椹石磺和里氏拟石磺的胚胎发育差异, 旨在为石磺科贝类系统发育和分类提供依据, 同时也可以为石磺科贝类的人工繁殖和苗种生产技术发展提供重要参考。

1 材料与方 法

1.1 实验样本采集与暂养

2013 年 5 月至 6 月在广东湛江采集平疣桑椹石磺和里氏拟石磺, 于上海海洋大学海洋生物实验室进行室内人工投饵养殖。挑选两种石磺

收稿日期: 2014-02-28 修回日期: 2014-03-18

基金项目: 国家自然科学基金(30972259 和 41276157)

作者简介: 钱 静(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为海洋生物学。E-mail: qj8023@126.com

通信作者: 沈和定, E-mail: hdshen@shou.edu.cn

性成熟个体各 50 只作为实验亲贝(图版 I),分别暂养于塑料箱,采用铺设底泥、搭置瓦片等方式模拟生态环境进行人工饲养,箱口扎纱窗网以防逃逸。期间喷洒盐度为 10 的海水,保持箱内湿度。每日投喂玉米粉,同时清除粪便和残饵,并换取适量新鲜细土,以保持亲贝良好的生长环境。定时检查石磺的交配和产卵情况,将正在产卵的石磺移至透明玻璃缸内,以便观察和收集卵群。

1.2 实验方法

1.2.1 受精卵的培养

石磺受精卵以带状单层平铺产出并粘附于瓦片和培养箱壁上,刚产出时较软卵带之间粘连不紧不易收集,待产出后约 1 h 用镊子和塑料勺刮下卵群,洗涤后置于 1 000 mL 玻璃缸中培育,用比重为 1.090 的浓缩海水调配成盐度为 15 的海水,沉淀、抽滤后使用。胚胎发育期间的水温控制在 25 ~ 28 °C,间歇微充气。

1.2.2 观察与测量

共对平疣桑椹石磺和里氏拟石磺各 3 批次受精卵进行观察记录测量,对受精卵进行连续取样,在 Nikon-50i 电光源显微镜下,采用载玻片直接观察法观察胚胎发育过程^[25]。从单细胞受精卵开始发育到囊胚期速度较快,进行连续观察记录;囊胚期后每隔 5 h 观察 1 次;至膜内担轮幼虫期后每隔 12 h 观察 1 次。分别测量两种石磺受精卵生物学数据及各发育阶段胚胎的大小,每个

阶段测量至少 50 个,并对胚胎的每一发育期进行显微拍摄。面盘幼虫出膜后,以海洋小球藻 (*Chlorella marine*) 和球等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*) 为饵料,密度分别为 17 万个/mL 和 8 万个/mL。每日投饵 1 次,每两日换水 1 次。在幼体培育阶段,每日每批次卵群分别取样 1 次,观察幼体发育情况。

1.3 数据统计与分析

原始数据经 Excel 2007 初步整理后,采用 SPSS Statistics V13.0 中的单因素方差分析对数据进行统计分析。统计结果采用平均值 ± 标准误差 (Mean ± SE) 的形式表示, $P < 0.05$ 认为差异显著。

2 结果

2.1 产卵时间及受精卵形态

石磺属分批产卵种类,本次试验中平疣桑椹石磺出现了 3 次产卵高峰期:7 月 31 日 - 8 月 3 日,8 月 11 日 - 8 月 16 日及 8 月 27 日 - 8 月 30 日。里氏拟石磺 8 月 2 日 - 8 月 7 日大量产卵,后期偶见产卵。石磺为体内受精、体外发育类型,产卵多在夜晚和凌晨,受精卵米黄色,其外具有三级卵膜,将许多受精卵粘附在一起,形成卵块。平疣桑椹石磺大多将卵群产于同伴的背部(图版 II - 1),而里氏拟石磺习惯将卵产于石块或玻璃壁上(图版 II - 2),两种石磺所产受精卵生物学数据及差异如表 1 所示。

表 1 两种石磺受精卵生物学数据差异比较

Tab.1 A comparison of zygote biological parameters between two Onchidiid species

受精卵数据	平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	里氏拟石磺 <i>Paraoncidium reevesii</i>	均值差	标准误差	检验值 <i>F</i>	显著性
长径	249.38 ± 20.96	230.56 ± 10.62	18.629	4.471	8.25	0.006
短径	171.80 ± 20.12	152.08 ± 10.04	18.878	2.533	0.131	0
卵黄径	89.20 ± 3.10	92.56 ± 4.25	-3.418	1.031	4.576	0.002
卵膜厚度	21.82 ± 10.92	22.81 ± 6.80	-6.031	2.081	1.52	0.005

由表 1 可知,平疣桑椹石磺受精卵的平均长径和短径均大于里氏拟石磺,但是卵黄径和卵膜厚度却小于里氏拟石磺,两种石磺受精卵各生物学数据之间差异极显著($P < 0.01$)。图版 II - 3, 4 所示为两种石磺卵群中差异较大的受精卵。

2.2 发育各期所需时间及胚胎大小

石磺胚胎发育分为卵裂期、囊胚期、原肠期、膜内担轮幼虫期、膜内面盘幼虫期和孵化期。

2.2.1 受精卵

平疣桑椹石磺受精卵平均长径为 249 μm,平均短径为 172 μm,平均卵黄径为 89 μm;平均卵膜厚度为 22 μm。里氏拟石磺受精卵平均长径为 231 μm,平均短径为 152 μm,平均卵黄径为 92 μm;平均卵膜厚度为 23 μm。

2.2.2 卵裂期

平疣桑椹石磺受精卵产出后 2 h 进行第一次

卵裂形成二细胞,第 3.5 小时分裂成四细胞,第 5 小时分裂成八细胞,第 7 小时开始进行第四第五次分裂形成桑椹胚(图版 III-1~4)。里氏拟石磺受精卵产出后 4 h 开始分裂,第 7.5 小时进入四细胞,第 9.5 小时进入八细胞,第 12.5 小时开始分裂形成桑椹胚(图版 IV-1~4)。

2.2.3 囊胚期

平疣桑椹石磺受精卵第 12.5 小时进入囊胚期,表面细胞直径较小,边缘较为清晰,胚胎约为 89 μm 。胚胎继续发育,边缘颜色变浅近乎透明,中央区域颜色较深,呈黄褐色(图版 III-5)。里氏拟石磺第 21 小时进入囊胚期,胚胎约为 94 μm (图版 IV-5)。从受精卵产出到分裂进入囊胚期,平疣桑椹石磺胚胎明显小于里氏拟石磺胚胎。

2.2.4 原肠期

平疣桑椹石磺受精卵发育至第 22 小时胚胎动物极小分裂球下包,植物极大分裂球内陷形成胚孔,形成原肠胚(图版 III-6,7),此时胚胎大小约 93 μm 。里氏拟石磺受精卵第 36 小时进入原肠期,胚胎由圆形转变为近三角形,原口位置向内凹陷(图版 IV-6,7),此时胚胎约为 92 μm ,稍小于平疣桑椹石磺。

2.2.5 膜内担轮幼虫期

平疣桑椹石磺和里氏拟石磺胚胎分别第 42 小时和第 69 小时进入担轮幼虫阶段,胚胎近似椭圆形(图版 III-8,图版 IV-8),此时平疣桑椹石磺胚胎约为 108 μm ,大于里氏拟石磺。观察到两种石磺胚胎进入担轮幼虫期后均开始快速

的间隙性转动,旋转方向不定。担轮幼虫后期开始形成面盘的雏形。

2.2.6 膜内面盘幼虫

平疣桑椹石磺受精卵第 78 小时进入膜内面盘幼虫期,面盘逐渐发育变大,形成双叶型,通过纤毛摆动。出现一对透明泡状平衡囊和一对黑色眼点(图版 III-9,10),此时胚体大小约为 143 μm 。里氏拟石磺第 103 小时发育进入膜内面盘幼虫阶段,胚胎形态结构与平疣桑椹石磺相似,无明显结构差异(图版 IV-9,10),胚体约为 138 μm 。

2.2.7 孵化期

第 210 小时首次发现平疣桑椹石磺幼虫孵化出膜(图版 III-11,12),出膜时幼虫约为 165 μm 。出膜后的幼虫营浮游生活,刚出膜的幼虫趋光性较强,大多集中于水体上层。约 2 d 后能借助面盘纤毛的摆动进行滤食。第 25 天开始大量死亡,未观察到附着与变态。里氏拟石磺受精卵第 253 小时开始孵化进入自由面盘幼虫期(图版 IV-11,12),大小约为 159 μm ,存活至第 22 天大量死亡,未发现变态。

平疣桑椹石磺和里氏拟石磺胚胎发育各阶段的形态结构并无明显差异,但发育各阶段胚胎大小和孵化所需时间差异较大。水温 28 $^{\circ}\text{C}$ 盐度 15 的实验条件下,平疣桑椹石磺受精卵胚胎发育速度较快,210 h 左右即可孵化出膜成为自由生活的面盘幼虫,幼虫藉纤毛营浮游生活,发育至第 25 天死亡;里氏拟石磺需 253 h 开始孵化出膜,存活至第 22 天(表 2)。

表 2 两种石磺胚胎发育相关数据(平均值)

Tab. 2 Embryonic development data of two Onchidiid species

发育阶段	时间		尺寸/ μm	
	平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	里氏拟石磺 <i>Paraoncidium reevesii</i>	平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	里氏拟石磺 <i>Paraoncidium reevesii</i>
受精卵	0 h	0 h	89.20	92.56
二细胞	2 h	4 h	111.86	112.50
四细胞	3.5 h	7.5 h	108.71	108.57
八细胞	5 h	9.5 h	112.09	111.06
桑椹期	7 h	12.5 h	106.24	108.19
囊胚期	12.5 h	21 h	88.65	94.28
原肠期	22 h	36 h	93.54	92.15
膜内担轮幼虫担轮期	42 h	69 h	107.82	101.19
膜内面盘幼虫期	78 h	103 h	142.71	137.61
孵化期	210 h	253 h	164.86	158.64
死亡	25 d	22 d		

由表 2 可知,里氏拟石磺受精卵发育各期所需时间均多于平疣桑椹石磺,孵化后存活期却短于平疣桑椹石磺。里氏拟石磺受精卵的卵黄径平均为 92.56 μm ,平疣桑椹石磺受精卵卵黄径稍小,为 89.2 μm 。石磺受精卵在分裂前期由于每次分裂之后各分裂球之间存在间隙,故测得二细胞至桑椹期阶段的卵径较大。发育至原肠期后平疣桑椹石磺胚胎明显增大,直至孵化各期胚胎均大于里氏拟石磺。孵化出膜后自由面盘幼虫平均为 164.86 μm ,里氏拟石磺自由面盘幼虫平均为 158.64 μm 。

3 讨论

3.1 不同种石磺受精卵差异

平疣桑椹石磺受精卵长径为 204.2 ~ 285.4 μm ,短径为 148.1 ~ 192.2 μm ,卵黄径在 80.2 ~ 94.6 μm ;里氏拟石磺受精卵长径为 209.1 ~ 257.1 μm ,短径为 131.6 ~ 181.5 μm ,卵黄径在 82.1 ~ 99.7 μm 。这与沈和定在水温对瘤背石磺胚胎发育影响实验中发现的不同卵群受精卵生物学数据均有较大差异这一结果相似,其研究的瘤背石磺受精卵平均长径为 234.4 ~ 304.5 μm ,平均短径为 178.6 ~ 221.7 μm ,平均卵黄径为 67.4 ~ 81.8 μm ^[21]。比较发现平疣桑椹石磺和里氏拟石磺受精卵明显小于瘤背石磺受精卵。平疣桑椹石磺和里氏拟石磺产卵个体平均在 3 g 左右,而瘤背石磺性成熟个体平均在 10 g 以上^[26]。本实验中发现平疣桑椹石磺和里氏拟石磺各批次卵群受精卵大小均有递减趋势,可能是由于石磺交配产卵消耗能量而导致往后批次的受精卵较小,具体原因有待深入研究。

3.2 不同种石磺胚胎孵化所需时间差异

本实验中平疣桑椹石磺在产卵后第 78 小时出现膜内面盘幼虫,第 210 小时开始孵化出膜,第 25 天死亡;里氏拟石磺第 103 小时进入膜内面盘幼虫,第 253 小时开始孵化,第 22 天死亡。沈和定研究的瘤背石磺受精卵孵化所需时间为 270 h,比平疣桑椹石磺和里氏拟石磺均慢。可能是由于平疣桑椹石磺和里氏拟石磺均为热带种类,与瘤背石磺的生物适应性有所差异。值得一提的是,所有石磺胚胎发育实验中,均未完成幼虫培育过程。SMITH 和 KENNY 报道的石磺(*O. verruculatum*)和石英石磺(*O. damelii*)的卵群分

别需要 15 d 和 12 d 孵化出膜,并于 20 d 至 22 d 死亡^[9],文中未提到足的发育和附着期。王金庆等观察到瘤背石磺幼虫足的发育过程并成功附着,但没有观察到幼虫将贝壳蜕去,实现幼虫到成体的转变^[16]。

3.3 石磺幼虫变态机制研究意义

目前有关石磺繁殖生物学研究大多只停留在胚胎发育过程和自由生活面盘幼虫的形态结构观察,对于相应的变态过程及变态的模式至今仍无报道。现有室内实验生态研究普遍发现幼虫发育进入匍匐期后,出现大量死亡,至今均未能获得人工条件下的成功变态^[27]。石磺面盘幼虫的变态诱导因子和变态过程至今仍是石磺生物学研究中的瓶颈问题。

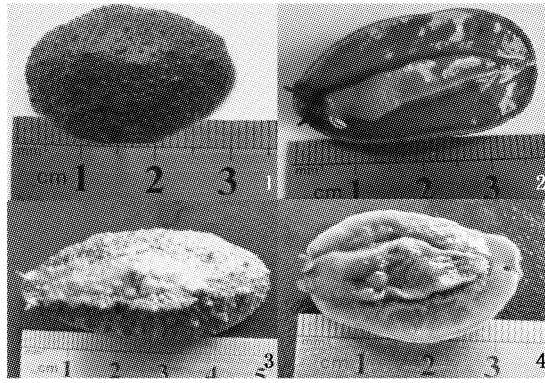
石磺生活在潮间带高潮区,幼虫的发育必然对环境也有较为苛刻的要求。受精卵孵化速率除了受温度、盐度、湿度以及光照等因素之外,还与孵化方式有关,阴干刺激和新鲜海水刺激对瘤背石磺孵化具有协同作用^[23]。受精卵孵化出膜后,饵料种类及质量的好坏直接关系到石磺面盘幼虫的成活率。幼虫培育的密度影响着个体对空间和食物的竞争,从而对幼虫生长速率和变态产生影响。附着基对面盘幼虫的变态也至关重要。此外,同种个体分泌物及微生物膜等对贝类幼虫附着变态都有影响,许多海洋无脊椎动物成体所摄食的海藻能够诱导它们的幼虫完成附着变态^[28-29]。

实验室内未发现石磺面盘幼虫附着变态,猜测是由于室内培育环境下,温度、盐度、孵化方式和饵料等培育条件无法模拟自然环境,且没有合适的附着基质和诱导物质,因而导致面盘幼虫大量死亡。探讨石磺面盘幼虫附着变态机理,能够为石磺繁殖生物学研究提供许多新资料。要搞清石磺幼虫的附着与变态发育,仍然需要大量的更深入细致的工作。

参考文献:

- [1] 王金庆,成永旭,吴旭干,等.瘤背石磺的形态、习性和生殖行为[J].动物学杂志,2005,40(1):32-40.
- [2] 黎艳,罗泰昌,周卫川.腹足类系统发育及分类学研究现状[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2005,23(1):116-122.
- [3] AREY L B, CROZIER W J. On the natural history of *Onchidium*[J]. Journal of Experimental Zoology, 1921, 32

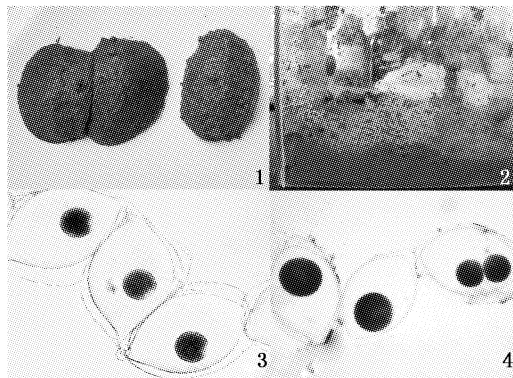
- (3):443-502.
- [4] BRITTON K M. The Onchidacea (Gastropoda, Pulmonata) of Hong Kong with a worldwide review of the genera [J]. Journal of Molluscan Studies, 1984, 50(3):179-191.
- [5] STRINGER B. The species of new Zealand Onchidiidae (Mollusca, Gastropoda) and their distribution [J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1969, 3(1):29-45.
- [6] CHEW S F, HO S Y, LP Y K. Free amino acids and osmoregulation in the intertidal pulmonate *Onchidium tumidium* [J]. Marine Biology, 1999, 134(4):735-741.
- [7] LIM C B, LOW W P, CHEW S F, et al. Survival of the intertidal pulmonate *Onchidium tumidium* during short term and long term anoxic stress [J]. Marine Biology, 1996, 125(4):707-713.
- [8] FEMANDE R. Onchidium B; a new cyclodepsipeptide from the mollusc *Onchidium* sp. [J]. Journal of the American Chemical Society, 1996, 118(46):11635-11643.
- [9] SMITH A, KENNY R. Reproduction and development of *Onchidium damelii* Semper, 1882 [J]. Journal of the Malacological Society of Australia, 1987, 8(1):37-39.
- [10] DESHPAND U, NAGABHUSNAM R. Annual reproductive cycle of the marine pulmonate, *Onchidium verruculatum* (cuvier) and its control by environmental factors [J]. Indian Journal of Marine Sciences, 1983, 12(2):122-124.
- [11] HYMAN I T. A comparison of two onchidiid species (Mollusca, Pulmonata) [J]. Molluscan Research, 1999, 20(1):61-72.
- [12] FRETTER V. Studies on the functional morphology and embryology of *Onchidella celtica* (Forbes and Hanley) and their bearing on its relationships [J]. Journal of Marine Biological Association, 1943, 25(4):685-720.
- [13] STRINGER B L. Embryology of the New Zealand Onchidiidae and its bearing on the classification of the group [J]. Nature, 1963, 197(4867):621-622.
- [14] 黄金田, 沈伯平, 王资生. 瘤背石磺的生态习性观察 [J]. 海洋渔业, 2004, 26(2):103-109.
- [15] 黄金田, 张余霞. 瘤背石磺室内温箱养殖试验 [J]. 海洋科学, 2004, 28(10):14-16.
- [16] 王金庆, 成永旭, 吴旭干, 等. 瘤背石磺的生殖系统和性腺发育 [J]. 动物学杂志, 2006, 41(1):19-26.
- [17] 王金庆, 成永旭, 吴旭干. 瘤背石磺的胚胎和幼虫发育 [J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(2):108-115.
- [18] 吴杨平, 沈和定, 代欣欣, 等. 石磺生殖系统的组织学研究 [J]. 中国水产科学, 2007, 14(s1):17-23.
- [19] 吴杨平, 沈和定, 吴永宁. 石磺精子利用规律的初步研究 [J]. 热带海洋学报, 2009, 28(1):67-73.
- [20] 吴杨平, 沈和定. 瘤背石磺两性腺周年发育规律的研究 [J]. 南方水产, 2010, 6(4):63-71.
- [21] 沈和定, 陈汉春, 陈贤龙, 等. 盐度对石磺胚胎发育的影响 [J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3):297-302.
- [22] 沈和定, 陈贤龙, 陈汉春, 等. 水温对石磺胚胎发育的影响 [J]. 水产学报, 2005, 29(6):776-782.
- [23] 沈永龙, 黄金田, 戈贤平, 等. 不同孵化方式和培育密度和附着基对瘤背石磺人工繁育的影响 [J]. 海洋科学, 2013, 37(3):109-116.
- [24] 吴旭峰, 沈和定, 吴文健, 等. 我国华东沿海 4 种石磺形态学比较 [J]. 动物学杂志, 2010, 45(6):92-100.
- [25] 王勇, 徐永立, 张培军. 牙鲆鱼胚胎和仔鱼显微摄影方法 [J]. 海洋科学, 2001, 25(10):15-16.
- [26] 吴旭干, 成永旭, 唐伯平, 等. 瘤背石磺产卵前后脂类和脂肪酸组成的变化 [J]. 动物学报, 2007, 53(6):1089-1100.
- [27] 吴杨平, 沈和定. 石磺繁殖生物学研究进展 [J]. 水产科技情报, 2008, 35(3):143-147.
- [28] 张涛. 海洋无脊椎动物幼虫附着变态研究进展 I: 影响因素 [J]. 海洋科学, 2000, 24(1):25-29.
- [29] 张涛. 海洋无脊椎动物幼虫附着变态研究进展 II: 附着变态模型及人工诱导物在经济贝类苗种生产中的应用 [J]. 海洋科学, 2000, 24(2):38-41.



图版 I 平疣桑椹石磺和里氏拟石磺性成熟亲贝

Plate I Sexually mature individuals of *Platevindex mortoni* and *Paraoncidium reevesii*

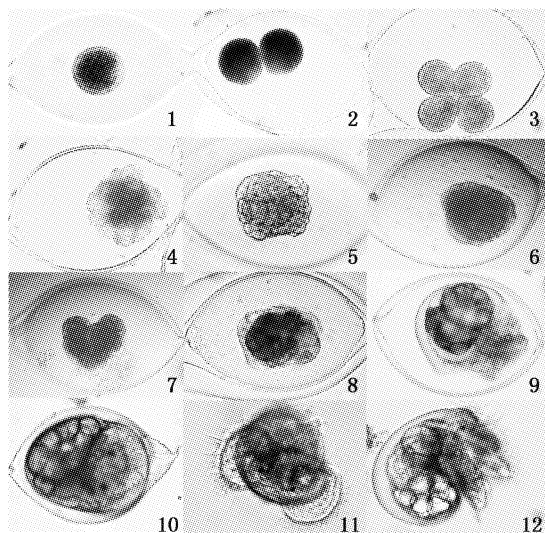
1. 平疣桑椹石磺背面观; 2. 平疣桑椹石磺腹面观; 3. 里氏拟石磺背面观; 4. 里氏拟石磺腹面观。



图版 II 平疣桑椹石磺和里氏拟石磺产卵习性及其受精卵形态

Plate II Spawning habits and oosperm form of *Platevindex mortoni* and *Paraoncidium reevesii*

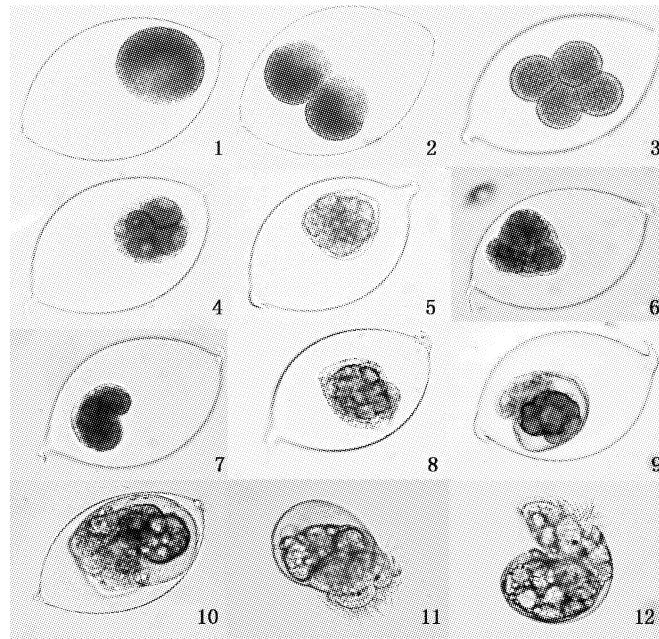
1. 平疣桑椹石磺将卵产于同伴背部; 2. 里氏拟石磺将卵产于玻璃壁上; 3. 平疣桑椹石磺受精卵; 4. 里氏拟石磺受精卵。



图版 III 平疣桑椹石磺胚胎发育各期显微照片 (10 × 40)

Plate III Microphotographs of *Platevindex mortoni* embryos during the embryonic development

1. 受精卵; 2. 二细胞期; 3. 四细胞期; 4. 桑葚期; 5. 囊胚期; 6. 原肠期; 7. 原肠期侧面观; 8. 早期担轮幼虫; 9. 早期面盘幼虫; 10. 晚期面盘幼虫; 11. 孵化期; 12. 自由面盘幼虫侧面观。



图版 IV 里氏拟石磺各期胚胎发育的显微照片 (10 × 40)

Plate IV Microphotographs of *Paraoncidium reevesii* embryos during the embryonic development

1. 受精卵; 2. 二细胞期; 3. 四细胞期; 4. 桑葚期; 5. 囊胚期; 6. 原肠期; 7. 原肠期侧面观; 8. 早期担轮幼虫; 9. 早期面盘幼虫; 10. 晚期面盘幼虫; 11. 孵化期; 12. 自由面盘幼虫侧面观。

A comparison of embryonic development of two *Onchidiid* species

QIAN Jing, SHEN He-ding, GUAN Ju, WANG Cheng-nuan

(Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Onchidiidae is one of the higher clades of pulmonates. Most of them are marine organism and live in the intertidal zone, in rocky, sandy, or muddy habitats, including mangroves. In China, previous studies on Onchidiidae mainly focused on *Onchidium struma*. *Platevindex mortoni* and *Paraoncidium reevesii* are new record ones in mainland China. Their embryonic development process can be divided into seven stages: cleavage, blastula, gastrula, intracapsular trochophore, veliger in capsule and free-swimming veliger stage. The embryonic development of *Platevindex mortoni* and *Paraoncidium reevesii* were observed and described. The morphological characteristics of every period of larvae were recorded under microscopic observation, and the time series table of embryonic and larval development was confirmed and compared with *Onchidium struma*. Results showed: different *Onchidiid* species have significant differences in zygote biological parameters and the time required for fertilized eggs to hatch. At the average water temperature of 28 °C and salinity of 15, the time period from the fertilized eggs hatching to the free-swimming veliger stage required for three *Onchidiid* species was 210 h, 253 h and 270 h respectively. We did not observe the development of larvae for they all died in creeping larva stage. More work still needs to be done to ascertain the condition and process of metamorphosis for pelagic veliger.

Key words: *Platevindex mortoni*; *Paraoncidium reevesii*; embryonic development