

# 中国沿海帘蛤科贝类主要经济种育苗与 养殖技术研究进展\*

刘相全<sup>①</sup> 方建光<sup>②\*\*</sup> 包振民<sup>①</sup> 王如才<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>中国海洋大学水产学院 青岛 266003; <sup>②</sup>中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)

**摘要:**系统地对我国帘蛤科中的主要养殖种类如菲律宾蛤仔、青蛤、文蛤等的繁殖生物学、发育生物学、苗种培育技术和养殖技术进行了综述,以期为解决制约我国蛤类养殖进一步发展的瓶颈因子(足够的优质健康苗种和相应的养殖技术)提供参考。

**关键词:** 蛤类; 苗种繁育; 海水养殖技术

中图分类号: S968.3 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2003)04-114-06

## Progress in Seed Production and Mariculture Technology in Economically Significant Species of Clams in China

LIU Xiang-Quan<sup>①</sup> FANG Jian-Guang<sup>②</sup> BAO Zhen-Min<sup>①</sup> WANG Ru-Cai<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003;

<sup>②</sup> Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Qingdao 266071, China)

**Abstract:** The main limiting factors in the mariculture of clams are seed production and mariculture technology. This paper reviews developments in research on reproductive biology and developmental physiology on several economically significant species of clams focusing on members of the Veneridae such as *Ruditapes philippinarum*, *Cyclina sinensis* and *Meretrix meretrix*.

**Key words:** Clams; Seed production; Mariculture technology

帘蛤科贝类隶属于软体动物门 Mollusca、双壳纲 Bivalvia、异齿亚纲 Heterodonta、帘形目 Veneroida、帘蛤超科 Veneridae, 主要生活在软底质的潮间带和浅海。2001 年我国海水养殖蛤类达到了年产量 201 万吨, 成为仅次于牡蛎产量的第二大贝类养殖种类。蛤类味道鲜美, 营养丰富, 具有广阔的市场前景。帘蛤科贝类在滩涂中营埋栖生活, 滤食水中的有机悬浮颗粒物质, 因而不会造成养殖海区的海水污染, 在海水养殖中占有重要地位, 并被国家“十五”863 计划列为重点研究开发的种类。我国从 20 世纪 60 年代开始对帘蛤科贝类的生物学以及育苗养殖技术进行了研究, 目前已经确立了比较成熟的诱导产卵、幼虫培育和单细胞藻类培养等技术。本文对我国帘蛤科中的主要养殖种类如菲律宾蛤仔、青蛤、文蛤等种类的繁殖生物学、发育生物学、苗种

培育技术和养殖技术进行了综述, 供苗种生产和养殖单位参考。

### 1 繁殖生物学研究

**1.1 繁殖周期** 帘蛤科贝类大多具有在一年内规律性的生殖周期, 呈现出一个或两个生殖峰期。生殖季节大多与该种的地理分布有关, 如文蛤 (*Meretrix meretrix*) 的繁殖期, 辽宁、山东在 7~8 月, 江苏、浙江、福建在 6

\* 国家“863”计划课题资助项目(No. 2002AA603015);

\*\* 通讯作者, E-mail: fangjg@ysfri.ac.cn;

第一作者介绍 刘相全, 男, 博士研究生; 研究方向: 贝类发育生物学。

收稿日期: 2003-04-18

~7月,广西5~7月<sup>[1]</sup>;菲律宾蛤仔在胶州湾有两个繁殖高峰(5月和10月),辽宁只有一个繁殖高峰(6月上旬),福建的繁殖高峰则是10月至11月;青蛤的繁殖盛期在江苏启东是从7月中下旬至8月中下旬<sup>[2]</sup>,而在福建漳浦是9月下旬至10月中旬<sup>[3]</sup>。在亚热带—热带海

区生活的种,其繁殖期相对较长,季节性不明显,如分布在福建云霄海区的波纹巴非蛤,周年均可见到性腺成熟饱满的个体存在<sup>[4]</sup>。表1对帘蛤科几个经济种繁殖周期进行了比较<sup>[5]</sup>。

表1 帘蛤科 Veneridae 7个经济种繁殖周期比较<sup>[5]</sup>

种类	增殖期	生长期	成熟期	生殖(排放)期	休止期	地点	作者
菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	11月~3月初	3月初~5月中旬	5月中旬~6月上旬	5月末~10月初	10月中旬~11月	辽宁金县沙登河贝类场	刘永峰(1979)
	1~3月和8月	4~6月	7月、9月	10~11月	12月	福建晋江东石贝类场	齐秋贞(1988)
青蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	3~4月	5~6月	7~9月初		9月下旬~11月	江苏启东近海乡海区	李何(1990)
	2~5月	5月中旬~7月	8月中旬~9月	9月中旬~11月	11月末~翌年1月	福建漳浦佛昙湾潮间带	曾志南(1991)
等边浅蛤 <i>Gomphina veneriformis</i>	1~4月下旬	4月下旬~6月下旬	7月初~8月下旬	8月下旬~9月下旬	10月初~12月	浙江舟山朱家南沙沙滩	尤仲杰(1991)
波纹巴非蛤 <i>Paphia undulata</i>	3月上旬~4月上旬	4月份开始	5月中旬~10月		11月~翌年2月底	福建云霄礁美海区	赵志江(1991)
裂纹格特蛤 <i>Marcia hiantina</i>	1~3月	4~5月	6~8月	5月下旬~11月	11月~翌年1月下旬	福建厦门	邱德全(1992)
突崎心蛤 <i>Crytonema producta</i>	2~3月 12.0~14.3℃	4~5月中旬 17.1~21.5℃	5月中旬~9月	6月下旬~9月底	10月至翌年1月	福建平潭连江	翁笑艳(1998)
歧脊加夫蛤 <i>Gafrarium divaricatum</i>	2~3月	4~5月	6月初	6月下旬~10月初	11~12月	福建连江	庄凌峰(1998)

1.2 胚胎发育 帘蛤类的精子需在卵母细胞进行第一次成熟分裂中期时,也即在卵母细胞的胚泡破裂时进入卵内才能完成受精过程。李嘉泳<sup>[6]</sup>认为解剖见到的卵是形态上的成熟卵,而生理排放胚泡破裂的卵才是生理上的成熟卵。

当精子进入卵之后,卵母细胞先后放出第一极体和第二极体而完成成熟分裂,精原核和卵原核互相融合形成合子完成受精过程。从受精卵开始经过细胞分裂、桑椹期、囊胚期、原肠期、担轮幼虫期进入直线铰合幼虫期。这一过程通常称之为孵化。菲律宾蛤仔在水温24~26℃条件下,经10~12d可附着变态,刚变态的稚贝190~230μm;20d后壳长达396~420μm,形成出水管;50d左右壳长达1400~1500μm,入水管形成,开始进入埋栖生活<sup>[7]</sup>。文蛤在26.5~33℃条件下,经6d培育,面盘消失,出现棒状足,由浮游运动改为匍匐爬行,8~9d发育成稚贝,水管伸出,转入底栖生活<sup>[8]</sup>。表2对5个经济种胚胎与幼体的发育速度进行了比较。

## 2 育苗技术研究

2.1 催产 双壳贝类一般催产方法有阴干、流水、升降

温、氨海水浸泡等,在生产中单独使用或联合使用。魏利平等<sup>[9]</sup>用浓度为100×10<sup>6</sup>(0.1‰)的氨海水浸泡法获得紫石房蛤的卵。方法是先将亲贝阴干1h,再用氨海水浸泡1h,然后以流水(水温20~21℃)刺激。宋晓村等<sup>[10]</sup>认为,文蛤人工诱导的最适方法为:阴干3~10h后,用流水刺激2~3h,再放入氨海水(0.15‰~0.25‰)中浸泡20min左右,同时升温3~5℃。经过这种诱导方式,文蛤亲贝的排放率可达50%以上。于业绍等<sup>[11]</sup>综合几种方法进行青蛤催产,认为黑暗是青蛤产卵的重要条件。亲贝经阴干3~5h、全遮光充气暂养2~3h,升温至26~31℃范围内,能使青蛤达到集中排放的效果。产出卵呈圆球形,胚泡消失,为发育正常的卵子。与解剖出的卵子用0.2‰~0.25‰氨海水浸泡结果相同。齐秋贞等<sup>[12]</sup>用氨海水浸泡菲律宾蛤仔的最佳浓度是0.00075mol/L(0.05‰),浸泡14h效果最好,同时加入雌性腺稀释液(最适浓度25~50mg/L)联合诱导,催产成功率达96.2%。可见,生物种类不同、地理差异以及作者实验手法的区别,得出的结果也不一样。一般认为,氨海水具有促使生殖细胞进一步成熟的作用,

从而促进亲贝的排放。成熟的亲贝,催产诱导的阈值就会低得多,而且在很多时候,都可以得到自然排放的精卵。

表2 帘蛤科 Veneridae 5个经济种胚胎、幼体发育速度比较<sup>[5]</sup>

	菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	突暗心蛤 <i>Cryptonema producta</i>	歧脊加夫蛤 <i>Gafrarium divaricatum</i>	青蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	紫石房蛤 <i>Saxidomus purpuratus</i>
水温(℃)	25	27~29	25~27	25~27	23~24
比重	1.020	1.017~1.021		1.010~1.025	1.020~1.022
发生期(h)					
第一极体	0.25	0.33		0.13	0.25
第二极体	0.33	0.42	0.42	0.25	0.33~0.5
二细胞	0.58	0.75	0.58	0.42	0.83
四细胞	1	0.83	0.83	0.53	1.17
八细胞	1.33	1.17	1.08	0.75	1.83
十六细胞	1.75	1.42	1.42	1.17	2.67
三十二细胞	2.08	1.75		1.58	3~4
囊胚期	2.63	2.83	3.42	2.33	7~9
原肠胚期	3.75	3.83	4.42	4.17	10~12
担轮幼虫期	4.5	4.5	9.33	5.92	16
D形幼虫期	19	19.33	16	23.5	24~26
壳顶幼虫前期	96	48	48	48	96
壳顶幼虫后期	240	192	144	96	240~288
匍匐幼虫	312	312后	192后	120	336后

另外,化学物质五羟色胺对双壳贝类具有直接催产作用。刘洪军等<sup>[13]</sup>催产菲律宾蛤仔的实验表明,每只亲贝注射0.2 ml浓度 $10^{-4}$  mol/L的五羟色胺,30 min之内,排放率可达90%。此法可应用于小规模实验。

**2.2 饵料种类与投喂效果** 帘蛤科贝类摄食的饵料种类和投喂密度与其它双壳类相似。周琳等<sup>[14]</sup>用绿光等鞭金藻(*Isochrysis galbana*)、叉鞭金藻(*Dicrateria* sp.)、小球藻(*Chlorella* sp.)和扁藻(*Platymonas* sp.)4种饵料饲养青蛤幼虫,认为以金藻作为开口饵料,之后4种饵料混合投喂,幼虫生长速度最快,日均壳长增长可达7  $\mu$ m,投喂密度为3~9万细胞/ml。陈冲等<sup>[15]</sup>用牟氏角毛藻(*Chaetoceros* sp.)、盐藻(*Dunaliella* sp.)、湛江叉鞭金藻(*Dicrateria zhanjiangensis*)、小球藻(*Chlorella* sp.)和扁藻(*Platymonas* sp.)5种饵料饲养文蛤,结果表明文蛤浮游幼虫阶段的适宜饵料是扁藻、叉鞭金藻和角毛藻,以角毛藻与叉鞭金藻混合组最好,变态率为33.3%,日增长为8.2  $\mu$ m,而盐藻和小球藻不适宜作文蛤幼虫的饵料。试验还表明,角毛藻和叉鞭金藻投喂密度应为1~2万细胞/ml,扁藻则以2 000~3 000细胞/ml为宜。何进金等<sup>[16]</sup>用湛江叉鞭金藻(*Dicrateria zhanjiangensis*)、角毛藻(*Chaetoceros* sp.)、简单角毛藻(*Chaetoceros simplex*)、三角褐指藻(*Phaeoaclylum tricorutum*)、异胶藻(*Heterogloca* sp.)和扁藻(*Platymonas* sp.)作为菲律宾蛤仔幼虫的饵料,实验表明,前4种是培养菲律宾蛤仔幼虫较理想

的饵料,异胶藻不易消化,扁藻则难以摄食。

一般来说,幼虫开口饵料藻类以金藻为好,之后混合投喂可使营养更全面。投喂数量随幼虫的生长应相应增加,过低、过高的投喂量都对幼虫生长不利。幼虫对饵料开始摄食的顺序与饵料大小有关,而没有选择性。菲律宾蛤仔不能摄食扁藻可能与幼虫发育阶段有关,笔者实验表明,达到壳顶幼虫期后,幼虫可以摄食扁藻,并且生长优良。

**2.3 幼虫生长与温度、盐度等环境因子的关系** 崔广法等<sup>[17]</sup>认为文蛤受精卵孵化、生长发育至幼苗的海水适宜比重范围在1.010~1.025左右,最适宜比重应在1.015~1.025之间。林卓君等<sup>[18]</sup>研究了温度和盐度对文蛤幼体的生长发育的影响。表明适宜于文蛤幼体生长、存活和变态的盐度范围在20.5~28.5之间,温度范围在22~32℃之间。并且认为,盐度对幼体的存活和变态有显著的影响,而对生长没有显著影响,温度对幼体的生长、存活和变态都有显著的影响。陈冲等<sup>[19]</sup>通过盐度对文蛤孵化及不同阶段幼体生长发育的影响试验,得出孵化期适盐范围17.3~33.9,最适盐度为17.3~28.4;浮游幼体期适盐范围9.2~29.3,最适盐度为15.9~22.6;稚贝期适盐范围9.2~36.0,最适盐度为15.9~22.6。

于业绍等<sup>[20]</sup>研究青蛤的实验结果表明,幼虫在海水比重为1.010~1.025范围内均能附着变态,从生长

速度及个体大小等指标看, 1.015 ~ 1.020 比重组较好, 其它比重组尽管也能变态, 但生长速度较慢, 个体也小。移入 1.002 比重组的 D 形幼虫, 仅有个别存活 2 d; 移入 1.040 比重组的 D 形幼虫, 24 h 全部死亡。由此可见, 海水比重过高过低都不适于 D 形幼虫的生长和发育(表 3)。

表 3 不同海水比重对青蛤 D 形幼虫生长发育的影响<sup>[20]</sup>

海水比重	个体大小( $\mu\text{m}$ )		
	8月18日	8月19日	8月21日
1.002	125.0 × 109.2	122.5 × 111.6	死亡
1.005	125.0 × 109.2	123.9 × 114.0	130.2 × 114.0
1.010	125.0 × 109.2	133.7 × 118.9	135.8 × 116.0
1.015	125.0 × 109.2	141.0 × 127.7	144.9 × 129.2
1.020	125.0 × 109.2	166.5 × 137.2	154.0 × 144.3
1.025	125.0 × 109.2	136.5 × 124.6	139.1 × 125.9
1.030	125.0 × 109.2	136.5 × 125.9	138.0 × 124.9
1.033	125.0 × 109.2	129.4 × 114.4	130.0 × 116.6
1.035	125.0 × 109.2	死亡	死亡

总之, 帘蛤科贝类属广温、广盐的种类, 且具有较强的耐干露能力。同一种类不同地理种群对环境因子的适应范围也有差异。

**2.4 幼虫培育设施与培育方法** 幼虫培育设施一般采用水泥池, 使用其它贝类的育苗设备或河蟹育苗设备。幼虫培育过程中充气、换水或流水、投饵。不同种类的幼虫培育密度和培育方法也有区别。魏利平等<sup>[9]</sup>培育紫石房蛤幼虫, D 形幼虫的培育密度为 6 ~ 8 个/ml, 培育池日换水 2 ~ 3 次, 每次换 1/3 ~ 1/2 培育水体, 以等鞭金藻为饵料, 幼虫日平均增长 8 ~ 10  $\mu\text{m}$ 。

于业绍等<sup>[20]</sup>进行青蛤幼虫不同培育密度的实验, 为了有效的利用育苗水体, 采取充气法, 幼虫培育密度以 15 个/ml 为宜(表 4)。孙普廷等<sup>[21]</sup>培育青蛤 D 形幼虫的密度在 5 个/ml 左右, 当幼虫发育为匍匐幼虫后, 进行流水培育, 白天流水 1 h, 停水 2 h, 流量为 1 ~ 1.5  $\text{m}^3/\text{h}$ , 结果稚贝的成活率是静水培养的 3.3 倍。

表 4 不同培育密度青蛤幼虫的生长及成活率<sup>[20]</sup>

密度 (个/ml)	幼虫平均大小( $\mu\text{m}$ )			幼虫成活 率(%)
	8月3日	8月5日	8月7日	
6	107 × 88	119 × 111	134 × 119	62.4
11	107 × 88	117 × 104	135 × 127	62.5
16	107 × 88	115 × 100	125 × 116	49.4
22	107 × 88	118 × 108	125 × 116	49.5
27	107 × 88	114 × 103	126 × 111	31.0
30	107 × 88	113 × 94	121 × 107	39.2

陈远等<sup>[22]</sup>利用原有的河蟹育苗设备, 采用静水法培育文蛤幼虫, 日全量换水 2 次, 幼虫密度平均 6.94 个/ml, 幼虫平均生长 12.7  $\mu\text{m}$ 。

利用常规育苗技术, 菲律宾蛤仔幼虫培育密度以 10 ~ 20 个/ml 为宜, 密度过高会引起幼虫的下沉, 使成活率降低。利用上升流幼虫培育器, 密度可达到 100 个/ml 以上, 这种培育工艺省时、省力、省饵料, 自动化和可控程度高, 应作为今后我国生产优质健康双壳贝类苗种的重点发展方向之一。

**2.5 幼虫附着变态** 帘蛤科贝类幼虫经过一段时间的浮游生活后, 身体经过一系列的变化, 纤毛消失, 足发达, 生活方式由游泳变为匍匐爬行。这是贝类生活中一个重要时期, 也是育苗过程中的关键环节。形态的变化和生活习性的改变, 使稚贝对环境非常敏感。特别是在变态后初期, 稚贝分泌大量粘液, 极易造成大量死亡。现在一般的方法是在池底铺沙, 附着 2 ~ 3 d 后, 再把稚贝从沙里洗出来, 放到干净沙中。这样的处理方法基本上是成功的, 只是操作比较麻烦。陈冲等<sup>[23]</sup>用双层底网箱培育文蛤幼虫, 方法是池子底部设有水泥棱, 棱上铺一层带有很多直径为 18 mm 圆孔的聚乙烯板, 板的厚度 15 mm, 在板上坐一个和池子一样大小的网箱, 网箱网目为 120 目, 网箱的四周和池子的四壁紧密结合, 然后再在网箱中铺一层 5 mm 厚的细砂, 加满水后投放幼体。这样每次换水时, 把池底排水阀打开, 一面排水一面用木耙垂直搅动海水, 使底沙连同幼虫上下翻动, 让幼虫身上的污物粘液随着水流通过筛网排除池外, 换水的过程也就是清除粪便残饵等池底污物和幼虫壳面上粘液的过程。这种方法达到了省时省力的效果。

池底平面采苗限制了采苗的数量, 稚贝也很难在池内高密度培育到商品苗规格。魏利平等<sup>[9]</sup>尝试用棕帘、网箱对紫石房蛤进行立体采苗, 结果是棕帘附苗量大, 附着时间短, 变态率高, 稚贝生长快(日平均增长 40 ~ 60  $\mu\text{m}$ ), 但附着 1 个月后(壳长 2 mm)极易脱落。网箱附着面积大, 附苗量大, 变态率高, 但箱底的稚贝生长慢、易死亡, 原因是箱底透水性差。对文蛤立体采苗的结果是棕帘上的附苗量虽然较大, 但不能变态为稚贝, 要在附着后 20 ~ 30 d 将苗摆到沙中, 可继续变态发育。

稚贝附着变态期的培育方法还有无底质附苗技术, 让幼虫直接附着在稚贝培育容器内。另外, 国外常用的上升流培育稚贝技术, 因其操作方便, 可以培育到商品规格, 出苗率高, 将是今后研究和推广的重点。

**2.6 稚贝的中间培育技术** 帘蛤科贝类育苗周期一般都较长, 要达到 5 ~ 10 mm 的商品苗, 需要 6 ~ 12 个月,

这也是制约此类贝类育苗商业性生产的一大因素。目前的做法是在室内将稚贝培育到 2 mm 左右,然后移至虾池或较封闭的滩涂进行中间培育。在此过程中,敌害的防治和饵料的培养是两个主要问题。一般在放苗前彻底清除敌害,改造底质。日常管理中,通过施肥使单胞藻繁殖或直接添加藻液。

虾池或滩涂环境条件的剧烈变化,如高温、淡水等,常常导致幼苗的大量死亡。中间培育成活率低是目前困扰帘蛤科贝类种苗生产的一大问题。魏利平等<sup>[9]</sup>对紫石房蛤采用室内水池流水法进行苗种中间培育,历时一个月,苗种的育成率(2~5 mm)达到 78%,平均日增长 76  $\mu\text{m}$ 。此法可应用于生长较快的种类。

另外,稚贝期投喂适宜的饵料对稚贝的生长非常重要。除浮游性藻类外,投喂底栖硅藻可以获得较好的效果。于业绍等<sup>[24]</sup>饲育青蛤的试验表明:投喂底栖硅藻,稚贝生长速度和成活率都高于投喂浮游性藻类组。

**2.7 土池人工育苗** 土池人工育苗费用低,操作简单,因而成为帘蛤科贝类育苗的重要手段。尽管存在出苗率不稳定的等问题,但可利用的场地多,育苗面积大,因而成为某些贝类如菲律宾蛤仔等种苗的主要来源之一。

土池育苗技术环节包括亲贝入池的数量,水的交换时间和交换量以及施肥培育单胞藻等几个方面。有关报道有:菲律宾蛤仔<sup>[25-26]</sup>、青蛤<sup>[29,30]</sup>。

青蛤土池育苗<sup>[31]</sup>的操作方法是选择新鲜完整、壳长 3 cm 左右的青蛤作为亲贝,每亩需亲贝 50 kg,在性腺充分成熟的情况下,将亲贝阴干一夜后,均匀撒播在土池进水闸门附近,通过变温、流水和性细胞等综合诱导方法,达到精卵排放的目的。亲贝排放、受精、孵化、幼虫和稚贝培养,均在一个池内进行,育苗前期,只能进水,后期才能大排大灌。土池水深一般 0.5~0.8 m,底质为泥砂质,海水比重保持 1.012~1.025, pH 在 8.0 左右。施肥要适量,一般施 1~2 ppm 的尿素和过磷酸钙,水色为黄绿色。正常情况下,亲贝入池,到肉眼见苗需 30 d 左右。

**2.8 人工采苗与半人工采苗** 由于稚贝和成贝生活习性和适应能力的区别,将幼苗从发生区移到养殖区,使之更好生长,并能集中养殖<sup>[32]</sup>。自然苗采捕方法是:选择好适当的采苗场,人工翻滩,用筛子筛取所需规格苗种(一般苗种为 1~1.5 cm)后,撒播到养殖区进行人工养殖。半人工采苗则需要对亲贝精养,并对滩涂进行适当改造,驱除敌害生物,将滩面耙松整平。附苗埋地应挖沟分注,以便于管理和防止积水,采到苗种后,

通过人工维护,使其自然生长,待长到 1~1.5 cm 后进行人工翻滩出苗,撒到养殖区进行人工养殖。

### 3 养殖方法与问题

**3.1 滩涂增养殖** 滩涂养殖方式有护养和围网精养等形式。对养殖滩面要改良、翻整、播苗,然后加以必要的管理,去除敌害,清捡死贝等。例如青蛤养殖管理中除害是提高产量的关键之一,对侵袭青蛤的敌害生物,如玉螺和蟹类,平时要加强捕捉。衣景来等<sup>[33]</sup>认为文蛤滩涂放养适宜密度为 113~163 粒/ $\text{m}^2$ 。文蛤有迁移性,要围网防逃。

**3.2 虾池混养** 虾池养贝可充分利用虾塘水体空间、天然饵料生物及对虾残饵,有利于调节生态平衡,改善水域环境,促进各养殖种类生长,从而提高水体生产力,提高综合经济效益。

如对虾青蛤混养<sup>[34]</sup>,混养池对虾的残饵可以成为青蛤的饵料,既净化水质,又促进对虾的生长。养殖池底要进行平整,进水要在 1 cm 以上,混养地段,可将青蛤苗种放在虾池的进排水闸附近和中间滩面上,放养面积为虾池总面积的 20%~30%,青蛤放养量为 3 000~4 000 只/667  $\text{m}^2$ 。管理方法同单养对虾。因虾池中水质肥沃,饵料丰富,青蛤生长快于滩涂养殖方式,经 4~5 个月的养殖,青蛤可达到商品规格出售。

**3.3 病害及防治** 人工养殖过程中,由于超出养殖容量、水质污染或滩涂积水等原因,往往会引起贝类的病害和死亡。于志华等<sup>[35]</sup>认为文蛤大面积死亡原因主要是高潮区局部密度太大,加上持续的干露和高温,特别是局部积水温度过高,引起死亡,进而引发弧菌繁殖,导致滩涂文蛤的大面积死亡。防治的方法是平整滩面,防止积水,对高潮区高密度的文蛤移植疏散,移至低潮区或虾池中养殖。

### 4 发展方向

**4.1 育苗规范化、集约化,育苗与育种并重** 建立高效育苗工艺,提高自动化水平,达到节省人力物力,提高苗种的质量和生长速度的目的,还可以减少能源消耗,防止水体和大气的污染<sup>[36]</sup>。

运用各种生物技术,培育优良品种。良种是推动海水养殖业持续发展的关键。实践证明在其他条件不变的情况下,使用优良品种可增加产量 10%~30%,并且可减少病害的发生,提高成活率<sup>[37]</sup>。

利用现代海洋生物技术,对传统的种苗繁育技术进行改造,对我国帘蛤科贝类重要养殖品种利用细胞和基因工程等进行高产抗病优良品种的选育,进行品

种改良,并利用分子遗传技术对重要养殖性状进行分子遗传标记,最终培育出生长快、高抗病,适应于集约化养殖的优良品种。

**4.2 走健康养殖道路,防止病害发生** 滩涂贝类的增养殖必须在相关理论的指导下进行,才能做到健康、持续发展。潮间带帘蛤科贝类种群变动与环境的关系,养殖容量及相关养殖生态学等问题都需要深入研究。合理规划养殖品种结构与规模,严格控制养殖容量,建立养殖许可证制度等,可以促使该项养殖业走上良性循环的道路。

加强对病原传播的控制。对于异地种或种群的引进,必须通过相应的检疫<sup>[38]</sup>。在目前对病原还没有相应有效处理措施的情况下,健康养殖,生态防病,将是今后一段时间保证滩涂贝类可持续发展的主要对策。

## 参 考 文 献

- [1] 于志华. 文蛤养殖技术讲座(第一讲). 水产养殖, 1997, 1: 30~32.
- [2] 李何, 王慧, 于业绍等. 青蛤繁殖期性腺发育的初步观察. 水产养殖, 1990, 4: 10~11.
- [3] 曾志南, 李复雪. 青蛤的繁殖周期. 热带海洋, 1991, 10(1): 86~93.
- [4] 赵志江, 李复雪, 柯才焕. 波纹巴非蛤的性腺发育和生殖周期. 水产学报, 1991, 15(1): 1~8.
- [5] 庄启谦. 中国动物志: 软体动物门 双壳纲 帘蛤科. 北京: 科学出版社, 2001. 41~52.
- [6] 李嘉泳. 胶州湾两种习见帘蛤的生殖周期. 山东海洋学院学报, 1962, 1: 43~64.
- [7] 王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1993. 308.
- [8] 王维德, 王惠冲. 文蛤人工刺激催产的研究. 海洋科学, 1983, 2: 33~35.
- [9] 魏利平, 王宝钢, 孙艺淘等. 紫石房蛤增殖技术研究. 水产科技情报, 1994, 21(1): 13~18.
- [10] 宋晓村, 于志华, 张志勇等. 文蛤强化促熟培育技术与人工催产方法初探. 中国水产, 1999, 1: 42~43.
- [11] 于业绍, 周琳, 王慧等. 青蛤催产的研究. 海洋科学, 1998, 4: 14~15.
- [12] 齐秋贞, 林笔水, 吴天明等. 菲律宾蛤仔室内催产研究. 水产学报, 1981, 5(3): 235~243.
- [13] 刘洪军, 相建海. 几种生化信号物质对双壳类催产效应的研究. 海洋科学, 1994, 6: 35~38.
- [14] 周琳, 于业绍, 陆平. 青蛤幼虫饵料的研究. 海洋科学, 1999, 5: 6~7.
- [15] 陈冲, 隋锡林, 陈远等. 文蛤浮游幼虫期饵料的研究. 水产科学, 1992, 11(3): 1~4.
- [16] 何进金, 齐秋贞, 韦信敏等. 菲律宾蛤仔幼虫食料和食性的研究. 水产学报, 1981, 5(4): 275~284.
- [17] 崔广法, 郑庆树, 于业绍等. 温度和海水比重对文蛤幼虫生长发育和变态的影响. 海洋科学, 1981, 1: 37~38.
- [18] 林卓君, 许振祖. 温度和盐度对文蛤幼体生长发育的影响. 福建水产, 1997, 1: 27~33.
- [19] 陈冲, 王志松, 隋锡林. 盐度对文蛤孵化及幼体存活和生长的影响. 海洋科学, 1999, 3: 16~18.
- [20] 于业绍, 周琳, 杨世俊等. 青蛤工厂化育苗. 上海水产大学学报, 1998, 7(2): 121~129.
- [21] 孙晋廷, 关福田, 魏利平. 青蛤育苗的研究. 海洋湖沼通报, 1985, 4: 53~57.
- [22] 陈远, 陈冲, 王笑月等. 文蛤工厂化人工育苗技术研究. 大连水产学院学报, 1998, 13(2): 73~78.
- [23] 陈冲, 陈远, 隋锡林. 文蛤双重底网箱育苗试验. 水产科学, 1993, 12(10): 4~7.
- [24] 于业绍, 周琳, 陆平等. 单细胞藻类饲养青蛤稚贝的研究. 海洋渔业, 1998, 20(1): 23~24.
- [25] 邱文仁, 傅素宝, 周栋田等. 土池人工培育菲律宾蛤仔浮游幼虫研究. 厦门大学学报(自然科学版), 1983, 22(4): 514~523.
- [26] 施并章, 傅素宝, 邱文仁等. 菲律宾蛤仔土池人工育苗中产卵的研究. 厦门大学学报(自然科学版), 1984, 23(2): 211~216.
- [27] 周栋田, 朱明, 施并章等. 土池人工培育菲律宾蛤仔稚贝研究. 厦门大学学报(自然科学版), 1984, 23(4): 514~521.
- [28] 胡振德. 菲律宾蛤仔土池人工育苗试验报告. 水产科学, 1996, 15(2): 7~10.
- [29] 王慧, 于业绍, 刘渝仙等. 青蛤土池育苗研究. 海洋科学, 1994, 1: 12~13.
- [30] 王合全, 邵铁凡, 李德滋等. 青蛤土池人工育苗试验. 河北渔业, 1999, 4: 40~41.
- [31] 于业绍, 周琳, 陆平等. 青蛤养殖技术. 海洋渔业, 2001, 23(2): 80~82.
- [32] 尹向辉, 斐恩杰, 薛志宁等. 青蛤半人工采苗实验. 河北渔业, 1995, 5: 8~10.
- [33] 衣景来, 褚红永, 张绍所等. 文蛤精养高产高效技术研究. 齐鲁渔业, 1999, 16(2): 4~7.
- [34] 李兆军. 青蛤的养殖技术. 河北渔业, 2002, 2: 50~51.
- [35] 于志华, 姚国兴, 宋晓村等. 高潮区文蛤大批死亡原因及防治技术. 水产养殖, 1992, 5: 6~8.
- [36] 相建海. 实现健康养殖, 走蓝色农业持续发展之路. 科学与管理, 2000, 20(5): 7~10.
- [37] 唐启升. 中国海洋渔业可持续发展及其高技术需求. 中国工程科学, 2001, 3(2): 7~9.
- [38] 杨先乐. 我国的海水养殖及其病害控制. 水产科技情报, 2001, 28(1): 7~11.