

吨。每尾都超过了0.5公斤。

民主德国在波罗的海沿岸发展海水养殖虹鳟较快。当初在波恩曾试验过网箱养虹鳟，结果失败了。后来在“瓦尔瑟莫尤恩德”建造了海水网箱养殖场，海水盐度为千分之九至十七，1980年使用新型六角形网箱，用六个水泥碇锚固定，有效地增加了抗风暴的能力。这一年海水养殖获虹鳟鱼410吨。

联邦德国“吉路”海洋研究所制定用海水网箱养殖虹鳟鱼的生物工艺技术，获较好效果。现在开始在“海里根哈芬”、“兰克巴里

卡屋”、“艾斯凯尔普菲奥尔德”海湾使用循环海水强化养殖虹鳟鱼的实验。使用栏栅，10月、12月可以收商品虹鳟鱼4吨，平均每尾重350克。

保加利亚开始了海水养殖虹鳟。实践证明，鱼种应在35克以上最好，生长最佳时间是当年11月至翌年5月。

因为这种养殖仅仅才开始，所以网箱抗风暴、网箱去除海洋生物附着，以及许多生物学、技术方面的问题还要由保加利亚的养殖专家一一去解决。

我国扇贝苗种生产研究的现状 及今后发展前景的初步探讨

王 庆 成

(辽宁省海洋水产研究所)

扇贝属海产双壳类软体动物，闭壳肌干制品俗称“干贝”，肉质细嫩，味道鲜美，营养丰富，是一种珍贵的海产品。近年来，由于一些沿海国家十分重视扇贝的增养殖，使产量不断提高，如1964年世界扇贝总产量只有155400吨，而1978年跃升至420000吨⁽¹⁾。尤其日本由于海区采苗技术过关，中间育成成功，为扇贝的增养殖提供充裕苗种，使扇贝产量由1964年的5900吨上升至1980年的十二、三万吨⁽²⁾，跃居世界各国扇贝产量的首位。

苗种是增养殖的基础，扇贝苗种来源有两种途径，即人工育苗和海区采苗。

关于扇贝的人工育苗，早在1943年日本就对虾夷扇贝 *Patinopekten yessoensis* (Jay) 进

行了人工育苗的试验研究，并于1951年由山本首次于室内人工培育出几十个附着稚贝⁽³⁾。在我国，张弢等(1956)⁽⁴⁾首先进行了栉孔扇贝 *Chlamys farreri* 的繁殖研究，1974年金县水产养殖场等和长岛县后口大队等在有关科教人员的协助下，首次在我国成功地人工培育出一定数量的栉孔扇贝附着稚贝⁽⁵⁾。此后，1976年南海水产研究所对华贵栉孔扇贝 *Chlamys nobilis* (Roeve) 人工育苗试验成功⁽⁶⁾。1982年王庆成等对引进的虾夷扇贝人工育苗试验成功⁽⁶⁾，并在我国繁殖了第三代⁽⁶⁾。1983年中国科学院海洋研究所又对引进的海湾扇贝 *Aequipecten irradians* (Lamarch) 采卵育苗研

1) 长岛县后口大队等，1974。栉孔扇贝人工孵化育苗成功，水产科技资料，5期，烟台地区水产研究所编。

究成功²⁾。在人工育苗研究成功的同时,1974年开始辽宁和山东省沿海又相继进行了海区采苗试验,上述试验研究为我国发展扇贝增养殖提供苗种来源做出了重要贡献。目前,辽宁、山东、广东、福建和河北等省沿海一些生产和研究部门都先后对扇贝苗种的生产技术进行了试验研究,由于各级党、政领导的重视和支持,全国已建成投产的育苗室有30余处,育苗总水体15000米³左右,这些育苗室每年均能为扇贝的增养殖提供一定数量的苗种,随着采苗技术的不断进步,单位水体出苗量也在不断提高,扇贝人工育苗工艺已初步完成,个别海区采苗已能满足增养殖苗种的需要。

二

(一) 准确地掌握扇贝的繁殖期是采苗生产的关键,我国广大水产科技工作者对此进行了广泛的研究,例如张玺等(1956)³⁾首先对栉孔扇贝的繁殖和生长进行了研究,他们认为栉孔扇贝的繁殖期为5月中旬~7月中旬,而盛期为5月下旬。辽宁省海洋水产研究所于1973~1974年通过性腺指数测定和室内人工诱导采卵试验,对大连市近海栉孔扇贝的繁殖期进行了调查研究,调查研究结果认为,大连市近海栉孔扇贝的繁殖期为水温上升至11℃以上的6月底开始至水温下降至20℃以下的9月底,并认为6月上、中旬和8月底、9月上旬有两次产卵高峰⁴⁾。贺先钦等(1981)⁵⁾对大连市黑石礁沿岸栉孔扇贝性腺指数测量结果推算,繁殖期同上述结论基本一致。王如才等(1978)⁶⁾也认为栉孔扇贝有春、秋两次繁殖活动,但以春季为主,并认为山东沿海春、秋繁殖盛期约从6月上、中旬至7月上、中旬(水温16~20℃)。廖承义等(1983)⁷⁾通过性腺指数测定和组织切片观察,测定观察结果得出,青岛沿岸栉孔扇贝繁殖期为水温16~20℃的5月中旬至9月,其中5月中、下旬和9月上旬有两次产卵高峰。广东大亚湾的华贵栉孔扇贝

每年两次繁殖高峰季节通常出现在4~6月,10~12月(崔瑞瑗,1980)⁸⁾。上述研究结果为我国扇贝不失时机地采苗提供了可靠的依据。

(二) 人工育苗就是使扇贝的繁殖过程都在人为条件下进行,人工育苗包括采卵、授精孵化和幼虫培育等过程,关于扇贝人工育苗技术,我国广大科技工作者也做了很多方面的试验研究,并取得了较大进展。

1. 获得成熟卵是人工育苗的第一步。获得成熟卵有两种方法,一是在扇贝的繁殖季节中(尤其是盛期)将亲贝采用:洗刷干净后装于笼中吊挂于室内池中蓄养待其自然排放(魏利平等,1985)⁹⁾这样获得的卵受精率高和孵化率高,胚体发育正齐,可提高幼虫培育成活率(徐应馥等,1980)¹⁰⁾。一种是采用人工诱导催产采卵,金县水产养殖场等(1974)¹¹⁾和辽宁省海洋水产研究所¹²⁾用阴干、流水冲激和升温诱导对栉孔扇贝催产采卵,张丹(1982)¹³⁾用日晒升温 and 加精液诱导对华贵栉孔扇贝进行采卵,王庆成等(1982)¹⁴⁾对虾夷扇贝采取紫外线照射海水和连续升温诱导采卵都取得较好效果,人工催产采卵技术也应用于生产。当然,一切外界刺激条件只是外因,外因通过内因起作用,因此,性腺的发育程度是决定人工催产成败的根本因素,性腺愈成熟人工催产成功的可能性就会愈大。

2. 精子的多少和受精卵的孵化密度直接影响孵化率的高低,辽宁省海洋水产研究所(1977)¹⁵⁾、金县水产养殖场等(1977)¹⁶⁾认为,授精后吸取受精卵于显微镜下观察,每个卵子

2) 中国科学院海洋研究所,海湾扇贝的引种育苗及试养报告(油印本)。

3) 辽宁省海洋水产研究所,1977. 栉孔扇贝人工育苗的研究,调查研究报告29。

4) 王如才等,1978. 关于我国栉孔扇贝苗源问题的研究,山东水产学会会刊,第2期。

5) 崔瑞瑗,1980. 大亚湾华贵栉孔扇贝繁殖和生长的初步观察,湛江水产学院学报,第1期。

6) 徐应馥等,1980. 栉孔扇贝人工育苗的研究,山东水产学会会刊,第3期。

周围看到1至几个精子即可;徐应馥等(1980)¹⁾采用按含精液海水比重来控制精液用量。关于受精卵的孵化密度有30~50个/毫升(魏利平等,1985)²⁾、50~100个/毫升(辽宁省海洋水产研究,1977)³⁾和200~400个/毫升(徐应馥等,1980)⁴⁾等几种看法,在孵化过程中定时搅拌动水,使受精卵保持悬浮状态,可使孵化率高达98%⁵⁾,低密度孵化非但可提高孵化率,而且孵化的幼虫健壮、活泼⁶⁾。

3. 在水温16~19℃条件下,受精卵经过36~48小时可孵化至面盘幼虫期⁷⁾,一般都在此时开始选育进行培养。在幼虫培养中,水质条件、幼虫密度、饵料种类和数量以及附着基的种类等均左右着育苗效果。

1) 水质条件比较复杂,为探索扇贝育苗的适宜水质条件,我国广大科技工作者做了大量的试验研究,其中有水温、pH、比重、盐度、溶解氧、氨氮和有机物耗氧量等。

在各种条件适宜情况下,水温17~19℃,栉孔扇贝面盘幼虫经过11天培养可发育至眼点幼虫期⁸⁾,在水温17~23℃时足丝分泌最旺盛,附着所需时间为4~7天,附苗率达46~65%,水温低于15℃和高于27℃足丝腺不能分泌足丝,眼点幼虫不能附着变态而下沉死亡⁹⁾;虾夷扇贝生长发育的适温为14±1℃¹⁰⁾;华贵栉孔扇贝在水温19.2~26.5℃范围内,经过20天才能达附着,而水温28.0~29.2℃之间,只需9天就开始附着¹¹⁾,适温范围为24.5~30.5℃¹²⁾。

栉孔扇贝幼虫对海水比重的适应范围约为1.014~1.030,其中以1.020~1.023为最适¹³⁾,魏利平等(1985)¹⁴⁾认为,栉孔扇贝眼点幼虫在比重1.020~1.025的海水中附着效果最好,低于1.015或高于1.030足丝腺不能分泌足丝而下沉死亡。徐应馥等(1980)¹⁵⁾认为,溶解氧在4.00毫升/升以上面盘幼虫能正常活动,总氮 NH_4^+-N 对扇贝幼虫的半致死量(168小时)

是1995毫克/米³,在适宜的pH、溶解氧和水温条件下,培养水体总氮 NH_4^+-N 浓度不能超过200毫克/米³,他们认为,总氮能使幼虫生理机能降低。陈觉民等(1980)¹⁶⁾认为, NH_3-N 的毒性随海水pH增高而增大,栉孔扇贝幼虫在48小时内最适S‰范围是22.6~34.3‰。寇宝增等(1981)¹⁷⁾在溶解氧4.75~6.84毫升/升、有机物耗氧量0.74~1.76毫克/升、氨氮22.9~138.9毫克/米³(6月9日~7月15日,水温15.2~22.9℃)等水质条件下培养幼虫,幼虫生长良好,平均单位水体附苗达40万/米³以上。

为了保持良好的培养水质条件,除了对海水采取沉淀处理,严格沙滤外,一般都在培育过程中采取换水、倒池和适量投饵等技术措施,但关于换水量日换水次数问题,至目前看法还很不一致,做法也异。

2) 幼虫培养密度的大小直接影响着幼虫生长发育的快慢和成活率的高低。王庆成等(1979)¹⁸⁾从2个、6个、18个和48个/毫升四种不同密度培养试验中得出,栉孔扇贝以6个/毫升密度组出苗量最高。赵洪恩(1980)¹⁹⁾也认为6个/毫升比2个/毫升密度池附苗量高。魏利平等(1985)²⁰⁾认为,在静水条件下,眼点幼虫的培育密度为2~4个/毫升时,其附苗率高达52~68%,8个/毫升时,其附苗率只有前者的1/5。

3) 饵料是扇贝幼虫生长发育必不可少的重要条件,适宜的饵料种类可加速幼虫的生长发育速度和提高成活率。近年来,我国各地在扇贝人工育苗中使用的饵料种类根据报导有:亚心形扁藻 *Platymonas Subcordiformis*、小新月菱形藻 *Nitzschia closterium* Grun 牟氏

7) 陈觉民等,1980.海水中某些化学因子对栉孔扇贝直线条幼体生存率的影响,大连水产学院学报,第1期。

8) 寇宝增等,栉孔扇贝生产性育苗工艺的研究(油印本)。

9) 王庆成等,有关栉孔扇贝浮游幼体培养密度的初步试验(油印本)。

角毛藻 *Chaetoceros nuelleri* Lemm、三角褐指藻 *Phaeoceros tricarumtum* Bohlin、异胶藻 *Heterogloea* sp.、湛江叉鞭全藻 *Dicrateria zhanjiangensis* Hu, Var. sp.、小球藻 *Chlorella* sp.、等鞭全藻 *Isachrysis galbana* 和塔胞藻 *Pyramimonas* sp.等。

王庆成等(1979)^[10]以亚心形扁藻、湛江叉鞭全藻、小新月菱形藻、三角褐指藻和牟氏角毛藻单一或两种混合培养栉孔扇贝幼虫试验结果,亚心形扁藻和湛江叉鞭全藻(不管单一或两者混合)培养的效果最好,以这两种单胞藻混合培养虾夷扇贝幼虫也有明显效果(王庆成等,1982^[9])。张福绥等(1984)^[11]采用塔胞藻、小球藻、扁藻、三角褐指藻和湛江叉鞭全藻培育虾夷扇贝幼虫,试验结果是,单一投喂时,塔胞藻效果最好,混合投喂时,以塔胞藻加小球藻效果最好,甚至超过单一塔胞藻。王知才等(1978)^[12]认为硅藻类比绿藻营养价值高,混合投喂比单一投喂效果好。

除了饵料种类是否适宜外,饵料密度同样左右着幼虫的生长发育和成活率,饵料密度小,则不能满足幼虫生长发育的营养需要,从而使幼虫生长发育缓慢和降低成活率;反之,饵料密度过大又将由于残饵积累,污染水质而影响育苗效果。关于幼虫的饵料密度问题尚未见到专门的研究报告,一般都是根据幼虫胃含物多少和幼虫的不同生长发育阶段来确定投饵密度,如魏利平等(1985)^[9]认为,栉孔扇贝D型幼虫通常投饵密度(幼虫密度5~7个/毫升,日换水一次1/5~1/4)为:扁藻每次1000~2000个/毫升,牟氏角毛藻10000~20000个/毫升,上述投饵密度对幼虫的生长是适宜的。金县水产养殖场(1977)^[13]于面盘幼虫期(幼虫密度3~5个/毫升,日换水一次1/3)投饵密度为:扁藻300~500个/毫升,小新月菱形藻1500~2000个/毫升;幼虫长到131×109微米时(日换水两次,换量1/3)扁藻投喂密度500~1000个/毫升,小新月菱形藻2000~

3000个/毫升;幼虫长到158~140微米时(换水量增至1/2)扁藻投喂密度增至2000~3000个/毫升,小新月菱形藻增至3000~4000个/毫升。

4. 扇贝对附着基质具有选择性,我国在扇贝育苗试验中采用过的附着基有泡沫珍珠棒、胶丝网衣、聚乙烯网衣、塑料板、塑料薄膜、玻璃、红棕绳网帘、棕片和扇贝养殖塑料桶碎片等数种,至目前大多采用红棕绳网帘做为扇贝附着基,并认为粗糙深色的红棕绳适宜扇贝的附着^[14],但魏利平等(1985)^[9]认为,扇贝养成笼的外罩网衣片和塑料桶片比红棕绳附着效果更佳。当然,附着效果的好坏,除了附着基种类是否适宜外,还与附着基处理干净与否有关,即使附着基种类适宜(例如红棕绳网帘),但由于处理不干净也不会得到良好的附苗效果。

(三)为使附着稚贝快速生长至可供分苗养殖或放流增殖的苗种,适时地将室内附着稚贝(连同附着基)装于容器中移到海上进行中间育成是扇贝苗种生产中必不可少的过程。由于自然海区水流畅通,饵料生物丰富,因此可加速稚贝的生长速度和提高成活率。栉孔扇贝中间育成采用的容器有:①φ25厘米、长60厘米的深灰色塑料筒^[9,11],②有框架的纱窝网箱^[11],③没有框架的网袋^[9,11]等几种。

海上中间育成成活率的高低与生长快慢,除了是否适时下海外,还与育成容器(包括种类和网目大小)、收容密度以及是否适时分散等有关。林祥辉等^[11]认为,7月中旬稚贝平均壳高600微米左右时下海育成,用有框架的纱窝网箱(规格40×40×70厘米)做育成容器,收容密度10万个左右,当长至平均壳高3~5毫米时分散(密度6000个左右),至10~11月平均高达2厘米左右时育成率可高达40~50%,

10) 王庆成等,栉孔扇贝幼虫适宜饵料的初步探讨(待刊稿)。

11) 林祥辉等,栉孔扇贝中间育成试验报告(油印本)。

并认为网箱比塑料筒育成率高。

(四) 海区采苗是一种解决扇贝增养殖苗种来源重要的也是方便的途径, 在国外, 1934年日本就开始进行海区采苗试验研究^[10], 60年代中期以来, 由于海区采苗技术过关和中间育成成功, 海区采苗已能够满足增养殖苗种的需要。在我国, 随着人工育苗的成功, 1974年开始辽宁、山东等省沿海研究和生产单位也相继开展了扇贝海区采苗的试验研究, 经过几年来的试验, 基本搞清了各海区最适投放附着基时间、水层和最适的采苗基。如荣成县和烟台市沿海最适投放附着基时间为5月上、中旬至6月中旬, 最适水层为1~4米^[11]; 长岛县沿海为6月下旬至7月下旬, 水层为5~6米^[12]; 锦州止锚湾海区为6月上、中旬, 主要附苗水层在底层^[13], 内装废旧聚乙烯衣的聚乙烯网袋或圆柱形苗笼是最好的采苗器材^{[13][14]}。

三

经过十余年来研究, 尽管扇贝人工育苗技术取得了很大进步, 为扇贝增养殖做出了重要贡献, 但至目前为止, 仍然普遍存在着育苗效果不稳定、单位水体出苗量高低相差悬殊等急待解决的问题, 出苗量高的每立方米水体可达几百万, 而低的只有几万甚至几千, 即使是同一个单位的不同时间(年度或批次)或同一批次的不同培养池, 其出苗量也不尽相同, 此外也普遍存在着中间育成率低的情况, 尽管育成率最高的可达50%以上, 但一般只有20%左右或者更低, 如果能使育苗水平平均每立方米水体出苗量稳定在20万以上, 育成率平均达到30%左右, 那么全国每年就可为扇贝增养殖提供9亿个左右苗种, 这些苗种如果全部用来进行筏式养殖, 则每年可养9000亩海面(折合29700台), 经过一年半的养殖, 可收获27000吨扇贝。造成育苗效果不稳定和育成率低的原因, 除了上面谈到的水质条件、幼虫质量、幼虫培养密度、饵料种类和饵料密度、附着基质

种类和处理是否干净无毒、中间育成海区条件外, 还和育苗和育成技术等有关, 因此有必要针对上述存在问题, 根据各研究和生产单位的专长和设备条件, 有分工地进行技术攻关; 定期地对有关人员进行技术培训, 不断提高人工育苗和育成技术水平; 定期地进行学术活动, 召开有关会议, 总结交流经验, 互通信息, 尽快提高并稳定我国扇贝育苗和育成水平。

海区采苗是一种投资少、技术简单而获得苗种的方便途径, 也是今后扇贝苗种生产的方向, 尽管具有一定扇贝资源数量的海区, 每年均能采集到一定数量的天然苗, 但经过这些年来的试验证明, 除了山东的长岛县沿岸由于具备天然采苗条件, 即有一定数量人工养殖和天然扇贝资源、风浪小、有回湾流、水质清洁以及敌害生物少等, 因此海区采苗能基本满足本县增养殖苗种需要外, 其他各地海区均由于缺乏上述海区条件, 所以天然采苗场尚未形成, 目前尚未具备开发利用的价值, 因此室内人工育苗仍然是我国近年内解决扇贝苗种来源的重要手段。

参 考 文 献

- (1) 张福绥等, 1983. 关于扇贝增养殖的几个问题, 海洋科学(4):43~46.
- (2) 张玺等, 1956. 栉孔扇贝的繁殖和生长, 动物学报, 8(2):235~249.
- (3) 金县水产养殖场育苗室等, 1977. 栉孔扇贝的人工育苗和试养, 动物学杂志(4):6~9.
- (4) 张丹, 1982. 华贵栉孔扇贝人工育苗试验, 海洋渔业4(2):67~70.
- (5) 王庆成等, 1982. 虾夷扇贝人工育苗的试验, 水产科学(2):1~7.
- (6) 王庆成, 1984. 虾夷扇贝的引进及其在我国北方增养殖的前景, 水产科学3(4):24~27.
- (7) 贺先钦等, 1981. 关于大连沿海栉孔扇贝生长规律及繁殖季节的初步研究, 水产科学(2):5~9.
- (8) 廖承义等, 1983. 栉孔扇贝的繁殖期, 水产学报, 7(1):1~13.
- (9) 魏利平等, 1985. 栉孔扇贝育苗技术的探讨, 海洋渔业7(1):26~29.
- (10) 赵洪恩, 1980. 利用海带育苗室培育扇贝幼苗试验报告, 中国水产(1):19~21.
- (11) 张福绥等, 1984. 虾夷扇贝的引进、育苗及试养,