

# 贻贝人工育苗的改进研究

## I. 改进采苗器及抑制细菌\*

张福绥 何义朝 马江虎 刘祥生

(中国科学院海洋研究所)

七十年代初期,我国开始发展贻贝(*Mytilus edulis* L.)的生产性养殖。当时苗源有限,苗种供应严重不足,人工培育贻贝苗遂成为着手解决缺苗的技术问题。经1972—1973年的研究,我们与烟台地区海水养殖试验场等提出了一套育苗工艺,育苗水体最高单产量达到137万/m<sup>3</sup>[1]。又经数年研究,最高单产量即达360万/m<sup>3</sup>[2],平均单产量稳定在150—200万/m<sup>3</sup>[3]。再后几年的实验结果,使我们意识到:用原方法育苗要进一步大幅度提高单产量会有困难,特别是近几年来海水水质条件的恶化,有时会给育苗带来一些干扰。这些问题在扇贝育苗中反应更为敏感。为此,必须研究改进育苗方法,以适应新情况的需要。

根据过去高产育苗试验中出现的问题,1981年春季试验中,我们改进了采苗器材,以抗生素抑制细菌,取得了良好效果,使育苗单产量上升到800万/m<sup>3</sup>左右。

### 一、材料与方 法

#### (一) 大型育苗实验

亲贝为青岛沿岸筏式养殖的二龄贝。3月24日以常规采卵法采卵[4]。培育用海水以水泵引自太平湾西侧(内为海带养殖区),注入储水池沉淀1—2天使用。投放采苗帘前,每天换水一次(换水30%),先以换水器[5]排水,然后注入等量新鲜海水;投放采苗帘后,采取边排水边进水的方法换水,上、下午各一次,每次换50%。自投帘后第七天(4月28日),即幼虫大多附着后,改为日换水一次,换水量50%(图1)。早期用的海水先在储水池中以远红外线加热板加热。饵料主要为褐指藻(*Phaeodactylum*),每天上、下午各喂一次,日投饵量一般为2—4万细胞/ml,受精17天后,增至6万细胞/ml。最后四天喂扁藻*Platymonas* sp.,日投量6000细胞/ml(图1)。实验用甲、乙两个培养缸,略呈长方形,玻璃钢质,每缸培养水体为0.60m<sup>3</sup>,投帘后,增为0.66m<sup>3</sup>。

3月28—29日发现幼虫颜色较淡,活动迟钝,部分个体下沉池底。滴入碘液后有的个体面盘不能缩入壳内,4月7日下沉情况愈益严重,加入5ppm青霉素后,情况有所好

\* 中国科学院海洋研究所调查报告1074号。

参加该项试验的还有李淑英、于硕恩、乔铃欣和袁遂胜同志。

收稿日期: 1983年6月2日。

转, 以后又多次发现幼虫出现上述异常情况, 并多次投放青霉素。

1980 年以前, 我们制做采苗帘用的棕绳直径 6—9 mm, 为了相对增加棕绳的采苗面积、减少棕绳用量, 并使浸泡等处理容易起见, 特制较细的棕绳 (径 3.5—4mm) 编制苗帘供此次实验用。使用前以 70—80℃ 热水反复浸泡、捶打, 彻底清除碎棕皮等屑粒及可溶性有害物质, 以至使浸泡液不显褐色为止, 投帘前, 再以 20ppm 的青霉素海水溶液浸泡 12 小时。每帘绳长 120m, 重 490g 左右。4 月 22 日每培养缸投帘 8 个。

兹将育苗试验中换水、投饵、幼虫生长、水温变化、施青霉素等情况图示于图 1。

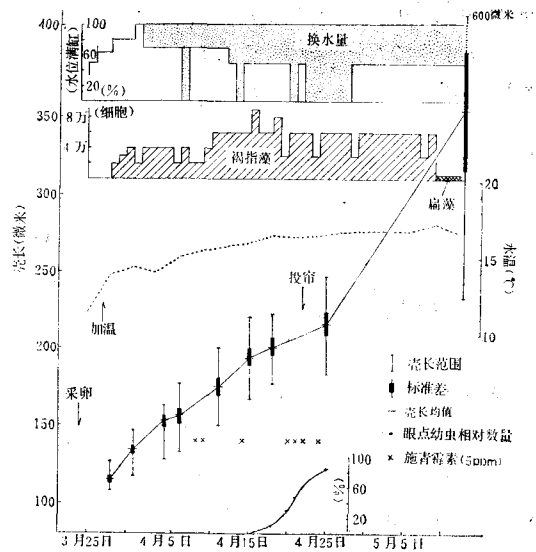


图 1 1981 年春贻贝育苗实验中投饵、换水及幼虫生长发育等情况

## (二) 棕绳苗帘对贻贝幼虫影响实验

为了验证细绳苗帘与粗绳苗帘对贻贝幼虫影响的差异, 我们进行了两次实验。

第一次开始于 4 月 12 日。实验容器为 5000ml 方形玻璃缸, 容海水 4000ml。实验用幼虫为 4 月 8 日受精, 平均壳长  $118.3\mu\text{m}$  (标准差为  $2\mu\text{m}$ ), 幼虫密度为 10 个/ml。实验用粗棕绳直径 8.7mm, 重 22.8g/m, 取自处理过的采苗帘。细棕绳直径 3.5mm, 重 2.94g/m。经热水反复浸煮泡制, 待其浸水无色为止。

实验分细棕绳、粗棕绳及对照(不放棕绳)三组, 每组设二个实验缸。每缸放细棕绳 6m, 或粗棕绳 2m。细棕绳表面积为粗棕绳的 1.2 倍, 重量前者为后者的 0.39 倍。

实验过程中, 幼虫饲以褐指藻, 每日投 2 万细胞/ml, 早上换水后投放。隔天换水 50%, 海水经沉淀 1—2 天使用。水温控制在 18—19℃。

实验期为 7 天, 4 月 19 日检查。每缸取三个样品计数, 每样 10ml (搅动均匀后取样)。每缸测量幼虫(壳长) 100 个。

第二次试验开始于 4 月 22 日, 幼虫密度为 11 个/ml, 平均壳长  $143.8\mu\text{m}$  (标准差为  $8.6\mu\text{m}$ ) (4 月 8 日受精), 其他条件同第一次试验。于 4 月 29 日及 5 月 3 日各检查一次。

## (三) 验证细菌实验

为了验证培养水体中细菌的存在及来源, 我们于 1982 年 4 月 21 日至 5 月 4 日取下列 5 种海水进行培养实验: 1. 管道海水: 实验室内供水系统中聚氯乙烯管道内取的普通海水。吸水口在特大落潮时才能露出。2. 过滤海水: 经搪瓷砂芯过滤器滤出的管道海水。3. 过滤海水内投放 3 万细胞/ml 褐指藻 (2000ml 海水中投放 9ml 褐指藻液, 即通常培养幼虫时的投饵密度)。4. 自然海水: 落潮时从汇泉湾海边水深 20cm 处取的海水。5. 管道

海水加上 10ppm 青霉素。

实验用容器为容积 2500ml 的方玻璃缸。上列每种海水培养两缸,每缸放海水 2000ml,置于 20℃ 水浴池中,以控温仪控温,上下波动不超过 1℃,白天光照为 50—200 米烛。

## 二、结 果

### (一) 大型育苗实验

#### 1. 幼虫发育与生长

3 月 24 日受精卵在 11—12℃ 海水中孵化成幼虫,以后以 42/ml 的密度在 14—17℃ 水温范围内培育生长。由于海水中细菌的影响(后面有实验验证),一段时间内生长较慢,但发育与生长均较整齐。4 月 15 日(受精后 22 天)出现眼点,平均壳长 194 $\mu$ m。眼点幼虫数量增长快速,4 月 18 日为 10.9% (占幼虫总数的百分值),20 日达 30.5%,21 日达 48.1%,25 日达 83% (图 1)。4 月 22 日(受精后 29 天)投放苗帘,幼虫平均壳长 210 $\mu$ m (变异系数<sup>1)</sup>为 6.0),密度 15 个/ml,其中眼点幼虫约占 60%。甲、乙两缸幼虫的发育、生长及数量变化情况近似。第 50 天幼苗出池,甲缸者平均壳长 362 $\mu$ m (标准差 87 $\mu$ m,变异系数为 24.0),乙缸者为 354 $\mu$ m (标准差 75 $\mu$ m,变异系数为 21.2)。

#### 2. 苗产量

每培育缸投放采苗帘 8 个,取其中 5 个抽样计数。各帘分上、中、下三部分取样,每部分剪取 3 段 5cm 长的苗绳(避开附苗特别密集的绳结处),以次氯酸钠溶液浸泡后,将苗刷下,在解剖镜下计数。计数结果列示于表 1。

表 1 1981 年春季贻贝育苗实验的产苗量\*

抽样苗帘号	采苗数量(万苗)	
	甲培育缸	乙培育缸
1	120.5	12.2
2	70.9	20.3
3	57.9	165.5
4	63.6	27.7
5	52.0	77.8
每帘平均	73.0	60.7
共计采苗	584.0	485.6
单产量(万/m <sup>3</sup> )	884.8	735.8

\* 缸壁等处的附苗未计在内

#### 3. 成苗率

实验开始时, D 形幼虫密度为 42 个/ml,养至投放采苗器时为 15 个/ml。D 形幼虫的成苗率,甲缸为 21.1%,乙缸为 17.5%,平均为 19.3%。眼点幼虫的成苗率,前者为 59.0%,后者为 49.1%,平均为 54.1%。

#### 4. 耗水量及耗饵量

1) 变异系数 =  $\frac{\text{标准差} \times 100}{\text{平均值}}$ 。

本次育苗实验,总耗水量为育苗水体的 23.5 倍,平均育出一颗苗耗水量:甲缸为 2.8 ml,乙缸为 3.2ml,平均为 3ml,即消耗 1m<sup>3</sup>海水约可育出 300—400 $\mu$ m 的幼苗 34.5 万。平均育出一颗苗消耗褐指藻 17.7 万细胞及扁藻 2700 细胞(甲缸)或 21.1 万褐指藻细胞及扁藻 3200 细胞(乙缸),平均 19.4 万褐指藻细胞及约 3000 扁藻细胞。如褐指藻液的密度按 300 万细胞/ml 计,扁藻液的密度按 50 万细胞/ml 计,那么每生产 100 万贻贝幼苗,则消耗褐指藻液 65 升,扁藻液 6 升。

## (二) 棕绳采苗器对贻贝幼虫的影响

现将表面积略等的粗棕绳与细棕绳对幼虫影响的实验结果列于表 2 与表 3。表内数

表 2 棕绳对早期贻贝幼虫的影响

项目	实验组别		(粗棕绳) 45.6g		(细棕绳) 17.64g		对照(不放棕绳)	
	绝对值	相对值	绝对值	相对值	绝对值	相对值	绝对值	相对值
壳长增长值 ( $\mu$ m)	17.5	52.2	25.8	76.6	33.7	100		
壳长标准差 ( $\mu$ m)	13.3	138.5	11.2	116.7	9.4	100		
变异系数 (C. V.)	9.8	155.6	7.8	123.8	6.3	100		
幼虫密度(个/ml)	5.0	27.8	12.5	69.4	18.1	100		
幼虫状态	内脏团无色,有的个体面盘突出不能缩入		内脏团黄色,幼虫正常		内脏团黄色幼虫正常			

表 3 棕绳对贻贝中期幼虫 (140—190 $\mu$ m) 的影响

项目	实验组别		(粗棕绳) 45.6g		(细棕绳) 17.64g		对照(不放棕绳)	
	绝对值	相对值	绝对值	相对值	绝对值	相对值	绝对值	相对值
壳长增长值 ( $\mu$ m)	23.4	46.1	46.8	92.1	50.8	100		
壳长标准差 ( $\mu$ m)	16.0	116.8	15.3	111.7	13.0	100		
变异系数 (C. V.)	9.6	143.3	8.0	119.4	6.7	100		
幼虫密度(个/ml)	2.5	35.7	5.6	80.0	7.0	100		
幼虫状态	7 天后	部分幼虫内脏团褐色,部分淡黄,部分无色。		内脏团褐色。		内脏团褐色,幼虫活跃。		
	11 天后	下沉						

据为平行两组实验结果的平均值。

两次实验结果表明,棕绳(采苗器)对幼虫有不利影响,绳越重,影响越大。具体表现在幼虫成活率低,生长减慢,个体大小差异增大(不正常)等方面。

4000ml 培养水体投放 45.6g 棕绳相当于以往大型育苗中投放采苗棕帘的数量<sup>[1-3]</sup>。在这样的剂量下,幼虫已明显表现营养不良,有的个体表现病态,时间稍久,便会下沉或死亡。而在 4000ml 水体中投放棕绳 17.64g 的情况下,有害影响的程度则较前者轻得多。

由表 4 可以看出,实验中投放粗棕绳的重量为细棕绳的 2.6 倍,但对采苗起作用的表面积仅为后者的 83%。粗棕绳与细棕绳等表面积的重量当量大致为 3 比 1,即粗绳重量必须为细绳的三倍,二者表面积才相当。在提供等量采苗面积的情况下,细棕绳对幼虫的

表 4 实验用粗、细两种棕绳比较

项 目	粗棕绳	细棕绳	粗棕绳/细棕绳
直径 (mm)	8.7	3.5	249/100
每米棕绳重量 (g)	22.8	2.9	786/100
每米棕绳表面积 (cm <sup>2</sup> )	273.3	110.0	249/100
试验用棕绳重 (g)	45.6	17.4	262/100
试验用棕绳长 (cm)	200	600	33/100
试验用棕绳表面积 (cm <sup>2</sup> )	546.6	659.7	83/100
棕绳等表面积的长度当量	1	2.5	40/100
棕绳等表面积的重量当量	3.1	1	314/100

有害影响就比粗棕绳小得多。另外在以浸泡与捶打等工序去除杂质时,当然细棕绳也比粗者容易得多。

### (三) 验证细菌实验结果

实验于 4 月 21 日开始,5 月 4 日检查。在平行两组培养缸中,有些缸水表面无膜,有些缸水表面结膜。取表面膜镜检,系粘附在一起的细菌(杆菌)<sup>1)</sup>。由此确认表面膜的产生是细菌大量滋生的结果。为了较形象化描述,摇晃培养缸或以玻璃棒搅动水体,表面膜便结成胶体块状悬浮水中,依膜厚薄,形成大小不等的胶体块。

现将各缸产生细菌膜的情况列示于表 5。两组实验缸表现结果相似。

表 5 不同来源海水培养后细菌膜产生情况比较

海 水 来 源	培养后细菌膜产生情况
管道海水	缸内水表面形成粘膜,摇晃后,膜结成小块状。
过滤海水	水表面无膜。
过滤海水+褐脂藻液	无膜。
海边自然海水	有膜,摇晃后,膜结成胶体块,悬浮水中,明显。
管道海水+10ppm青霉素	无膜。

如表 5 所示,管道海水及自然海水缸中产生细菌膜,说明细菌来源于海中。过滤海水缸中无膜,说明砂芯过滤器有明显滤菌作用。过滤海水+褐脂藻液缸中无膜,证明细菌主要不是来源于藻液。管道海水+青霉素缸中无膜,表示 10ppm 青霉素能抑制细菌滋生。自然海水缸中的细菌膜较管道海水缸中者厚,可能显示落潮时岸边浅水处的海水中细菌数量更多些。据通常观察,高潮期泵到水塔中的海水较低潮时汲取的海水培养效果更好些,低潮期汲取的海水有时泡沫较多,注入储水池后表面显得有膜,这样的海水容易危害幼虫,常弃掉不用。根据我们大池育苗实验结果,5ppm 的青霉素一般即能够抑制细菌在育苗池内大量滋生。

## 三、 讨 论

在贻贝人工育苗中,总会有相当数量幼虫或幼苗随着育苗进程而死亡。据以往的报

1) 为微生物组陈驹同志鉴定。

告, 幼虫成苗率仅为 2—6%, 眼点幼虫成苗率也不过 15—30%<sup>[3,5]</sup>。提高幼苗产量的手段之一是依靠多投放 D 型幼虫, 密度已高达 30—63 个/ml。如此密度之后, 想进一步借助增加幼虫密度来提高育苗产量将会遇到困难。遂而转向考虑降低幼虫幼苗死亡率来达到增产的目的。为此, 我们在 1981 年春季的大型育苗实验中, 以细棕绳替代原来的粗棕绳编织采苗帘, 以减少用帘重量, 从而降低棕帘导致水质恶化的程度, 兼施以青霉素抑制细菌以免影响幼虫健康。结果幼虫成苗率显著提高, 死亡率大大减少。苗产量约为以往的四倍, 耗水量及耗饵量均降低 80% 以上, 达到大幅度增产的目的(表 6)。

表 6 1981 年春季贻贝人工育苗与以往育苗结果的比较

实验时间	培育开始 时幼虫密 度 (个/ml)	投放采苗 器时幼虫 密度 (个/ml)	培育水体 (m <sup>3</sup> )	平均产苗 量 (万苗/ m <sup>3</sup> )	D 形幼虫 成苗率 (%)	眼点幼虫 成苗率 (%)	平均耗水 量 (ml/苗)	平均耗饵量 (万细胞/苗)	
								褐指藻	扁藻
1974 年春 <sup>[5]</sup>	10		20 (7 个池)	51.3	5.1				
1975 年春 <sup>[2]</sup>	63	6.3	60 (6 个池)	100.0	1.6	15.9			
1976 年春 <sup>[3]</sup>	38	7.5	3	183.3	4.8	24.4	14.4	142.9	0.2
-----	30.5	4.7	3	153.0	5.0	31.9	16.0	62.7	6.8
-----	30.8	13.1	5	189.4	6.1	14.4			
1981 年春	42	15	2/3	884.8	21.1	59.0	2.8	17.7	0.3
-----	42	15	2/3	735.8	17.5	49.1	3.2	21.1	0.3

棕绳帘有某些属性对池内采贻贝苗都比较好, 但实验证明棕绳的浸出液能导致幼虫生长缓慢, 甚至死亡。对此必须采取措施, 使其有害影响降到最小程度。措施之一即是设法清除其有机杂质, 其二是在保证绳表面积的前提下, 减少棕帘重量。我们将棕帘经反复高温水浸泡、捶打, 直至浸泡水无色的程度, 从而其危害性大为减小; 同时清除细棕绳帘的杂质也较粗绳者容易得多。当然改用细绳棕帘也可达到所用采苗器的总重量减少的目的。辽宁省水产研究所在培育扇贝苗的实验中, 以 5% 的火碱浸泡棕帘 24 小时<sup>1)</sup>, 然后浸泡捶打, 这样能缩短处理时间, 效果也很理想。

细棕绳编织苗帘导致减重的程度, 取决于棕绳减细的程度。实际工作中可做如下估算:

设粗棕绳与细棕绳等长, 粗绳直径为  $D$ , 表面积为  $A$  (两端面积略而不计), 重量为  $W$ ; 细棕绳直径为  $d$ , 表面积为  $a$ , 重量为  $w$ , 则:

$$\frac{A}{a} = \frac{D}{d}$$

$$\frac{W}{w} = \frac{D^2}{d^2}$$

如以  $r$  表示  $D$  与  $d$  之比值 ( $\frac{D}{d} = r$ ), 那么长度为粗棕绳  $r$  倍的细棕绳之表面积, 便与粗棕绳者相等。等表面积的粗棕绳与细棕绳的重量比则为:

1) 柘孔扇贝人工育苗工艺规程暂行规定。1982。(油印本)

$$\frac{W}{w} = \frac{D^2}{rd^2} = r$$

$$w = \frac{W}{r}$$

即细绳的重量为其等面积的粗绳重量的  $\frac{1}{r}$ 。两绳直径差  $(D-d)$  越大,  $r$  值  $\left(\frac{D}{d}\right)$  也越大, 则与粗棕绳等表面积的细棕绳的减重量越大。

当然棕绳越细, 加工费越高, 生产核算中应给予考虑。

海水中存在细菌, 其中致病菌会严重危害幼虫<sup>[7-9]</sup>以及用青霉素来抑制细菌是尽人皆知的。可是单从育苗水体表面现象一般观察不到幼虫将遭受细菌性危害的先兆, 况且海水中存在的细菌不一定是致病菌, 或其数量不一定达到危害的程度, 或开始构成危害的数量单从水体表象也不易直接觉察出来, 因此在实际工作中觉察致病菌的存在主要还是由幼虫本身显示。1976年以前, 我们从同一水源地并利用同一套管道系统汲取海水育苗, 基本上没有发现幼虫、幼苗严重死亡的现象, 近些年多次的幼虫异常死亡, 我们除考虑其他有害生态因素外, 也警觉到致病菌的存在。多次在幼虫运动迟钝、拒食及营养不良的情况下, 给予 5ppm 青霉素使其恢复正常, 以此间接证明致病菌的危害。以后的水样培养实验, 证明培养水体中有细菌, 并证明它主要不是产生于管道系统及藻液, 而是来源于水源地, 且在落潮时岸边海水更多些。据此判断, 由原水源海区(汇泉角东侧)汲取海水培养幼虫时, 吸水龙头最好外伸到潮下带, 至少也应避开低潮时吸水。近些年原水源海区水质恶化的原因有待于进一步调查研究。应该指出, 海洋致病菌的研究, 现在尚处于肇始阶段, 对菌种的鉴别至今尚无较完善的资料供作参考<sup>[6]</sup>, 急待细菌学家开展这方面的研究, 以解决生产中面临的问题。

1976年以前, 育苗产量所以不能大幅度上升, 可能主要是粗棕绳采苗器的影响, 相对说来这种影响系慢性, 那时依靠增多换水量来减小危害程度。但以后数年出现的幼虫(甚或幼苗)急剧大批死亡, 可能主要是细菌危害所致, 这种危害较快速。这次育苗实验产量达到如此之高, 主要应是改用细棕绳采苗器和用青霉素抑制细菌的结果, 从而耗水量及耗饵量均大幅度降低。

为解决细菌致病问题, 国外一些实验室及育苗场利用紫外线杀菌。从费用考虑, 紫外线杀菌工序在国内育苗生产中一时尚难采用。而青霉素价格也较昂贵, 因此还有待于进一步研究, 找出经济而高效的抑制细菌的措施以便广泛地应用于生产。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所贝类实验生态组、烟台地区海水养殖试验场, 1977。贻贝人工育苗的研究。中国科学 **1**: 33—37。
- [2] 张福绥、楼子康、刘祥生等, 1981。贻贝人工育苗高产问题的探讨。海洋与湖沼 **12**(3): 279—285。
- [3] 张福绥、楼子康、马江虎、刘祥生、李淑英, 1982。春季繁殖期两茬贻贝苗的培育。海洋与湖沼 **13**(1): 87—96。
- [4] 楼子康、刘祥生、何义朝等, 1982。贻贝采卵试验报告。水产学报 **6**(2): 141—147。
- [5] 聂宗庆、王中元、牛锡端、季梅芳、沈决奋、陈文华, 1979。贻贝 (*Mytilus edulis*) 人工育苗的研究。海洋学报 **1**(1): 138—156。
- [6] Blogoslawski, W. J., M. E. Stewart and E. W. Rhodes, 1978. Bacterial disinfection in shellfish hat-

- chey disease control. Proc. 9th Ann. Meet. World Maricult. Soc., pp. 589—602.
- [7] Guillard, R. R., 1959. Further evidence of the destruction of bivalve larvae by bacteria. *Woods Hole Biol. Bull.*, **117**: 258—266.
- [8] Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalve mollusks. In Russell, F. S. ed.: «Advances in Marine Biology» Vol. 1, pp. 1—136.
- [9] Walne, P. R., 1958. The importance of bacteria in laboratory experiments on rearing the larvae of *Ostrea edulis* (L.). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **37**: 415—425.

## RENOVATION RESEARCH ON ARTIFICIAL REARING OF MUSSEL SPATS

### I. THE IMPROVEMENT OF COLLECTOR AND INHIBITION OF BACTERIA\*

Zhang Fusui, He Yichao, Ma Jianghu and Liu Xiangsheng  
(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

#### ABSTRACT

Experiments were conducted with the aim of improving rearing efficiency and increasing yield of spats of *Mytilus edulis* L.. Results show that water in which palm strings are soaked is detrimental to the growth and survival of mussel larvae and that the use of thinner palm strings 3.5—4 mm in diameter to weave mattings as collectors instead of thicker ones 6—9 mm in diameter previously used can, in terms of decrease in weight of the strings, reduce the adverse effect while at the same time maintaining sufficient surface area of matting for attachment of larvae. Prior to collecting, the mattings are first immersed in several changes of hot water of 70—80°C and simultaneously beaten and rinsed to do away with dissoluble organic matter until the water is colorless and the string thoroughly rid of crumbs of bark embedded in the strands. Other experimental results show that the occurrence of bacteria in the rearing seawater pumped in from the sea can be inhibited by the use of 5 ppm of penicillinum, thus preventing high mortality of mussel larvae and spats due to bacterial infection. Implementation of such amelioration measures brought about an increase in yield of spats never before recorded, with 8 million spats measuring 360 μm in average length per cubic meter of rearing water obtained in the spring of 1982.

\* Contribution No. 1074 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.