

目 录

第一章	刺参 <i>Stichopus japonicus</i> Selenka	(1)
一、	刺参的形态和构造	(1)
1、	外部形态	(1)
2、	内部构造	(1)
二、	刺参的生态习性	(3)
1、	栖息环境	(3)
2、	繁殖季节	(4)
三、	刺参人工育苗和增殖	(4)
1、	人工育苗	(4)
2、	资源增殖	(11)
四、	刺参的人工养殖和生长	(12)
1、	养殖海区的环境条件	(12)
2、	稚参饲养	(12)
3、	幼参饲养	(13)
4、	海上养殖	(15)
五、	采捕与加工	(17)
1、	采捕方法	(17)
2、	加工方法	(17)
第二章	栉孔扇贝 <i>Chlamys farreri</i> (Jones et pres- ton)	(19)
一、	栉孔扇贝的形态和构造	(19)

1. 外部形态	(19)
2. 内部构造	(19)
二、栉孔扇贝的生态习性	(21)
1. 生活习性	(21)
2. 繁殖季节	(22)
三、栉孔扇贝育苗	(23)
1. 人工育苗	(23)
2. 自然采苗	(31)
四、栉孔扇贝的养殖和生长	(34)
1. 养殖海区的条件	(37)
2. 养殖方法	(37)
3. 扇贝的生长	(39)
五、采捕与加工	(40)
1. 采捕方法	(40)
2. 加工方法	(42)
第三章 皱纹盘鲍 <i>Haliotis discus hannai</i> Ino	(43)
一、皱纹盘鲍的形态和构造	(43)
1. 外部形态	(43)
2. 内部构造	(44)
二、皱纹盘鲍的生态习性	(46)
1. 栖息环境	(46)
2. 繁殖季节	(47)
三、皱纹盘鲍的人工育苗	(47)
1. 亲鲍采捕和暂养	(47)
2. 诱导取精、卵方法	(48)
B. 受精和胚体的发育	(50)

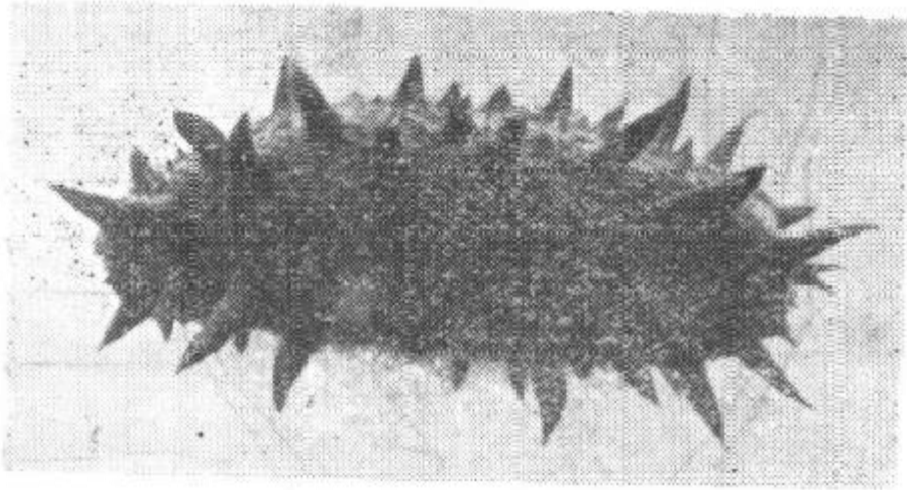
4. 受精卵的处理.....	(50)
5. 幼体培养.....	(51)
四、幼鲍养殖和生长.....	(54)
1. 幼鲍生长.....	(54)
2. 幼鲍养殖.....	(54)
五、采捕与加工.....	(55)
第四章 常用海洋浮游藻类的培养.....	(57)
一、浮游藻类用作贝类幼体饵料应具备的条件	(57)
二、培养浮游藻类应具备的条件.....	(57)
三、藻种的分离技术.....	(59)
四、藻种培养.....	(61)
五、藻种保存.....	(62)
六、大面积培养和使用技术.....	(62)
参考文献.....	(63)

第一章 刺 参

Stichopus japonicus Selenka

一、刺参的形态和构造

1. 外部形态：刺参体形为长筒状，呈黄瓜形(图一)。一般成参体长可达20~40厘米，体宽4—6厘米，横切面略



图一 刺 参

呈四角形，腹面平坦，生有管足。管足由腹面三步带区排列成不规则的三纵带。背面略隆起，生有圆锥状肉刺，排列为4—6不规则纵行。口在前端，偏于腹面，触手20个，具分枝。口的上方，背面有一乳突（生殖疣），生殖孔即开口于上，后端为肛门。

2. 内部构造：从背部，由口到肛门割开肌肉即可看到

样，是鉴定种的根据。肌肉层分环肌、纵肌。纵肌为五束，分布于五步带区，前端与食道骨片相连，后端附生在肛门周围。有助海参收缩移动的功能。环肌在纵肌之外，为连续的肌肉层。

②体腔：刺参体腔很大，内有体腔液和内脏器官，即消化、呼吸、循环、神经、生殖等系统。生殖腺只有一个，为简单的树枝状细管，位于背悬膜上，向前有一条总管，叫生殖管，开口于背面刺的基部。枝状生殖小管的数目随海参年龄的增长而增加，生殖季节极为发达。

二、刺参的生态习性

1. 栖息环境：刺参一般栖息在水深3—15米的浅海（岛屿附近20多米处的深水也有生长）。底质为岩石底、沙砾、泥底，海藻繁茂、风浪冲击较小，无大量淡水注入的海区均有生长。对海况条件的要求，一般盐度为28~31‰，pH为7.9~8.4，夏季水温不高于30℃，冬季不结冰，就能正常生长繁殖，其食物为小型的动植物如有孔虫、腹足类、桡足类、软体动物的幼贝、底栖硅藻、有机质碎屑，以及混在泥沙中的其它生物等。刺参捕食时，无明显的选择性，依靠触手连泥沙一并吞入。

刺参受到强烈刺激（如污水、高温、干露）时，常常把内脏（消化道、呼吸树、生殖腺等）全部排出，这是一种抵御外界恶劣环境，逃避敌害的一种本能，在环境条件适宜时，还能再生。环境条件对刺参的色泽、肉刺数量和大小等影响很大。刺参一般为黄褐色，生活在岩石底质，水较深的海区，体色较深，肉刺多而高；生活在泥沙底质，水温变化幅度大的海区，体色较浅，肉刺少而低；生活在软泥海藻

从中的参多呈深褐色，且有明显的花斑，这种参皮层厚，加工质量高。

2. 繁殖季节：刺参雌、雄异体，但是，从外部形态上很难区别开来。在繁殖季节通过解剖观察生殖腺的颜色极为清晰；卵巢桔红色、精巢乳白色。刺参繁殖季节随生活海区的水温的高、低有密切关系，在山东沿海一般6月中旬以后，海水水温上升到 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ 时，产卵繁殖。产卵期过后，水温上升到 20°C 以上时，即潜入岩石底或海藻丛中，不食不动，这种现象称之为夏眠，待10月份，水温下降后，又出来活动觅食。

三、刺参人工育苗和增殖

1. 人工育苗：

①亲参采捕和暂养：亲参一般由潜水人员采捕，大量采捕亲参之前，需要经常解剖观察生殖腺发育成熟的状况，掌握时机，适时采捕，如果采捕过早，生殖腺发育不成熟，在室内暂养时间长，易引起生殖细胞发育迟缓，影响正常取卵；过迟采捕，则易失去获得第一批卵子的机会。所以采捕亲参的时间，一般第一批参发育完全成熟时进行，一旦第一批参获卵不足或培育失败，可以采捕即将要“入洞”或入洞的参，因为“入洞”是刺参寻找产卵场(岩石或海藻丛)进行产卵的时候。这时最易获得生殖腺充分成熟的亲参，往往捕来后，在正常水温中当天即可产卵，而且卵子的成熟度好，受精、孵化率高、发育整齐、幼虫健壮。必须指出，从洞内捕来的参必须经过严格的挑选，把已产过卵的个体排除掉，才能取得较好的效果。

烟台市近海，一般6月上旬即可捕亲参，6月中旬即进

入产卵盛期。山东南部沿海刺参的产卵期还要早一些。长岛县岛屿周围，6月下旬水温才能达到 15°C 以上，因此，刺参的正常产卵时间多在7月上旬开始。

捕到的亲参放在室内水池中暂养，不投饵，保持经常换水，清除粪便，洗刷池子。在一般情况下，暂养池的水温，比自然海区水温偏高 $1-2^{\circ}\text{C}$ ，经过3—4天暂养，刺参体内的粪便基本排光，即可进行诱导产卵试验。这样，既便于观察生殖活动又利于获得清洁的卵子。

②诱导取卵方法：

A. 升温诱导法：先将过滤海水在阳光下曝晒或用人工加热方法提高水温，于下午6时左右引入孵化缸或水池中，调配水温为 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，然后将亲参放入，放入的数量每缸（存水0.4立方米）20头左右，水泥池每平方米面积放20—25头。刺参受到变化了的水环境的刺激，容易引起兴奋，从而出现排精、卵的生殖现象。一般，30分钟后即出现雄参排精现象，稍后，出现雌参排卵。排精、排卵现象一直可以延续2—3个小时（表一）。

B. 暂养自然产卵：在室内用自然海水暂养的亲参，夜间往往会出现自然排放精卵的现象，特别在产卵繁殖盛期，池内水温达到 20°C 以上时，极易出现自然生殖的现象。

升温诱导和暂养自然产卵，实际上都是水温的变化起主导作用，只是变化的幅度大小不同而已。这两种方式获卵，以升温诱导方法较为优越。既能主动控制获卵的数量又便于管理，及时排除过多的雄参，保持水质清洁。自然产卵的时间不易掌握，往往因缺乏准备或时间过晚，翌晨才发现，使水体混浊严重，不仅影响受精卵的正常发育，也易使亲参中

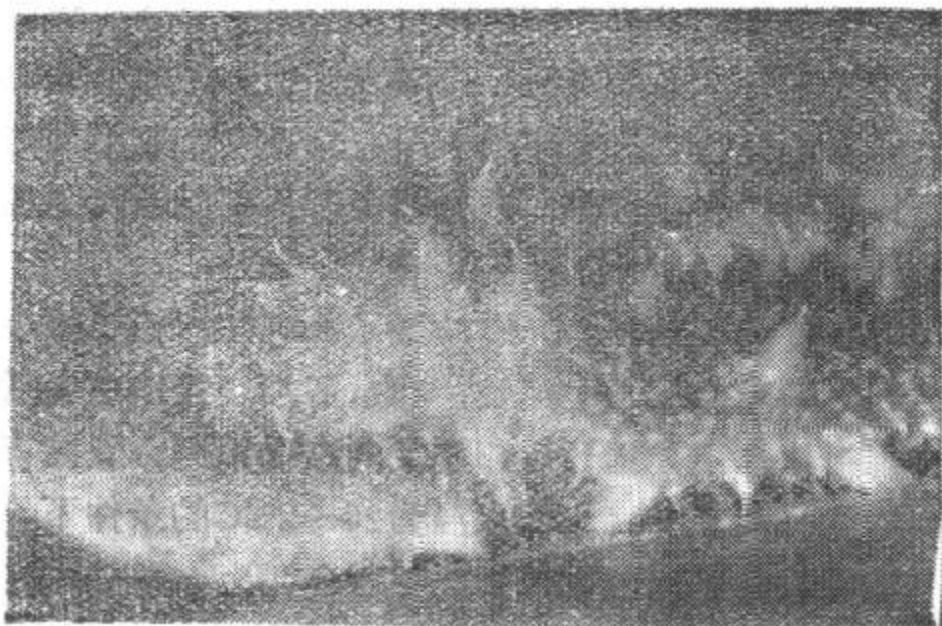
表一 1974年利用升温法诱导刺参排精、卵情况

项 目 日期	温 度 (°C)			开始排精 排卵时间	获得耳状 幼体数量 (万)	备 注
	室温	室内 水温	刺激 水温			
7月2日	23.2	17.8	25.0	21点10分	7	开始刺激时间为 17—18点间
7月4日	23.0	19.0	25.6	21点05分	50	"
7月11日	24.5	18.8	25.4	19点30分	180	"
7月14日	23.0	18.8	24.8	23点00分	252	"
7月17日	24.0	20.0	25.6	20点10分	240	"
7月19日	22.5	21.8	23.2	21点10分	3,000	"
7月26日	23.5	20.4	24.8	—	40	"

毒休克。

刺参的生殖活动一般都在傍晚以后进行，这时刺参活动频繁，多爬在缸或池壁上。排精或排卵时，头部抬起，轻松自若地摆动头部，精子排出后呈一缕白色炊烟状，慢慢向前方伸展，然后散开（图三）。一只雄参一次排精时间可达10分钟以上，排精的个体多时，水体很快变成乳白色混浊。雌参排卵呈绒线状曲曲地向下方伸展，在慢慢下沉的过程中徐徐散开（图四）。一只雌参一晚间可排卵1—2次，每次5~13分钟，个别长达23分钟，排卵500多万粒。

③受精卵与胚体发育：刺参雌、雄从外部形态上很难区别，诱导取卵时，雌、雄混在一起。为了防止精液过多而影



图三 刺参 (♂) 排精现象



图四 刺参 (♀) 排卵现象

响水质，应密切观察，及时发现并取出雄参，水体中有少量的精液，就能满足卵子受精的需要了。

为了观察精、卵结合、胚体发育情况，应分别获得精子和卵子才能进行，主要方法是：发现排精、卵的个体时，及时取出，用新鲜过滤海水冲洗干净，分别放在不同的容器中，让其继续排放精、卵，进行结合，再在显微镜下观察受精现象和卵裂过程。

卵子淡黄色，直径150~175微米，沉性。精子极小，头部直径为3微米左右，尾细长，非常活泼。精卵结合后约40分钟出现极体，不久即开始卵裂。刺参受精卵分裂的方式为等分裂方式（图版I）。在水温为20~21℃的条件下，胚体发育各期的大体时间（表二）。

表二 刺参受精卵发育各阶段的时间

距卵子受精时间	发育情况
43~48分钟	第一次卵裂
48~53分钟	第二次卵裂
1小时3分~1小时30分	第三次卵裂
1小时30分~2小时00分	第四次卵裂
2小时00分~3小时40分	多细胞期
3小时40分~5小时40分	囊胚期
5小时40分~12小时00分	胚体在卵膜内转动
12小时00分~14小时20分	孵化出卵膜
14小时20分~17小时40分	原肠初期
17小时40分~25小时20分	原肠形成
25小时20分~31小时30分	耳状幼体初期

④受精卵的处理：在正常诱导产卵的过程中，因为需要

2—3个小时才能获得大量的卵子，在这个过程中卵子已经受精，并开始分裂。应当取出亲参，搅动水体并加入新鲜海水。经过2—3个小时，胚体慢慢下沉，可用直径为2—3厘米的胶皮管从水体的上部慢慢排除 $1/4 \sim 1/3$ 水体，然后再加入新鲜海水。一般产卵池中每1立方米的水体放置3,000~4,000万粒受精卵为宜，多时，可以分池疏稀孵化。防止因水体小、密度大、受精卵沉降的速度慢，不易换水，影响胚体的正常发育。待胚体发育到原肠期之后（大部分），多浮在中、上层，这时可从底部排除 $1/5 \sim 1/4$ 水体，以除去杂质、死胚和发育迟缓的胚体，达到精选的目的——健壮、整齐。

⑤幼体培养：受精卵发育30个小时之后，变态为初期耳状幼体，上浮到水体的中、上层，这时，用浮游生物网（孔眼为100微米以内）拖网收集幼虫，用烧杯移出，放入培育池中培养。这样达到彻底淘汰杂质，死胚和发育慢的底层幼体，并保持了培养水体的新鲜，有利幼体的正常生长。

幼体的培养密度一般为每毫升水中1个左右，不宜过大，因为刺参的稚参最终营底栖生活，因此在计算放养幼体数量时以单位底面积为标准较为恰当。培育池开始加水约为 $1/2$ ，以后每日加水1—2次，每次加10—15厘米，2—3天加满后，再用滤棒或网箱换水。

为了保持培育池中的水质新鲜，及时清除杂质、剩饵和自身的代谢产物，防止细菌和原生动物的繁殖，有必要在培养的第5—6天内，用拖网的方式进行倒池、清池一次。同时也要在新池中模拟海底的自然状况，铺上卵石、贝壳等供稚参栖息，同时也相应的增加了底面积增加稚参的附着量。有时也在培育池中悬挂一些筛绢网、聚乙烯网片、红棕帘等

做为稚参的附着物，达到立体利用水体的目的。

刺参幼体的饵料种类繁多，较常用且效果较好的品种有三角褐指藻、小新月菱形藻、盐藻、扁藻等。据山东省海水养殖研究所等报道使用海洋酵母也有很好效果。但目前还处在试验阶段。各种饵料采取混合投喂，营养全面，效果较好。投饵方式以多次投喂最好，饵料过于密集，反而会引起幼体摄食量下降，又易改变培养水体的水质条件，影响幼体的正常发育。

初期耳状幼体已形成口器、胃、肠等消化系统，应当投饵，一般以每毫升培养水体中加5,000个细胞（分2—3次投喂）为宜。3天以后，发育到中期耳状幼体，应增加投饵数量和次数，要求每日累积量达12,000—15,000个细胞为宜。以后投饵可适当增加大型个体的饵料（如扁藻），投喂数量的增加应以幼体胃中的食物量为根据，一般半胃或多半胃（2/3），即为足量，否则可再适当增加。

培养水温在20℃左右时，从受精卵发育到大耳状幼体时需8—10天，然后开始缩小、变态为樽形幼体。樽形幼体游动较慢，多活动在水体的中、下层，约2天左右即变态为五触手幼体。五触手幼体靠触手的伸、缩游动迅速，一般也在培育池的中、下层活动。夜间在水体上层也能取到样品。五触手幼体1—2天内即变态为一个管足的稚参。稚参呈小白点状，0.3毫米左右，全身披有半透明网纹，刺形成，黑点状。

刺参幼体发育、变态快慢，与水体大小、水质新鲜程度、饵料丰欠有着密切关系（表三）。1973年，利用水池较大（27吨），但饵料不足，育成稚参的数量少，时间

长；1974年，同样水池，因饵料丰富、变态为稚参的时间早、数量多。

表三 1973、1974年刺参幼体培养结果

编 号	水体 (M ³)	放耳状 幼体数量 (万)	每次换水量	日投喂扁 藻培养液 (公斤)	出现樽形 幼体	出现稚参	获幼参数 (0.5厘米)	育成率 %
一九七三年	7	3.5	400	1/10—1/5	1—1.5			
	16	27	100	1/10—1/3	2—2.5	8月4日	9月10日 ^①	829(个) 0.08
	21	0.5	5	1/4—1/3	1—1.5	8月28日	9月10日	36(个) 0.07
一九七四年	7	3.5	79	1/4—1/3	200	7月9日	7月9日 ^②	956(个) 0.12
	16	27	388	1/5—1/3	400	7月14日	7月14日	17.4(万) 4.48
	23	0.5	30	1/4—1/3	40	8月4日	8月13日	343(个) 0.11

注 ①稚参为2—3个管足，体长0.6—0.9毫米

②稚参为1个管足，体长为0.4—0.5毫米。

2. 资源增殖

为了增殖刺参资源，除加强资源繁殖保护，严格控制采捕日期、数量和标准规格之外，利用人工催产培养幼体、幼参向自然海区投放，也是一条增殖资源的有效途径。长岛县砣矶公社后口大队1972年以来，年年向当地海湾投放人工培养的耳状幼体、幼参(0.5厘米以上)。到1977年止已经投放耳状幼体25亿个，幼参30余万头。以期增殖自然海区的刺参资源数量，近两年来的生产实践已见到效果。

1973年，我所与乳山县水产局协作，在乳山县宫家岛设点，进行刺参人工孵化，培养到初期耳状幼体向该岛周围投放。1974年春即见到3—5厘米的幼参，1978年4月调查，

在该岛西部的腰岛（两岛相距20里）附近发现刺参成体，这一事实说明人工投放幼体能增加自然海区的资源数量。

四、刺参的养殖和生长

1. 养殖海区的条件：生物体必须得到适宜的生活条件，才能正常地生长发育和繁殖。因此，养殖刺参应选择具备下列条件的海区：

①沿岸海底有岩石、砾石无大量淡水流入的海湾。

②底质为软泥、沙泥质，有海藻丛生、底栖生物、浮游生物较多的区域。

③海区水深2—20米，冬季不结冰，夏季海水水温不超过30℃。

④海水比重一般为1.020以上，pH值8°—8.5°，透明度1—3米较为适宜。

2. 稚参饲养：稚参形成之后，纤毛环消失，口触手（五个）发达，觅食性质开始由浮游性藻类转变为底栖性食物。适于稚参觅食的底栖性食物主要有硅藻类的舟形藻、曲舟藻等。1974年在长岛县后口大队27立方米（底面积为 3.4×3.3 米平方）的水池中培育出17.2万头幼参（5毫米以上），主要在樽形幼体形成后，投喂“腐泥”*作饵料培育成功的（详见《海洋科学集刊》第11集1966年12月174~179）。

腐泥不仅含有大量的底栖硅藻作为稚参的优良饵料，所含的泥中有丰富的有机质碎屑，也是稚参的饵料。刺参是贪食的动物，一般对食物无严格的选择，吞食大量的泥沙是

* 腐泥：退潮后，从岩礁上刮取厚0.5厘米左右的一种绿褐色软泥，用直径为2—3毫米的筛子过滤后作为稚参的饵料，经鉴定含有多种硅藻类的舟形藻、曲舟藻、菱形藻、圆筛藻、卵形藻等和大量的有机质碎屑。

其生活的正常现象，有益无害。但是以腐泥作为稚参的饵料要注意两点，一要新鲜，二要严格过滤，清除大动物（如螺类、端足类）、植物混入，同时要投喂适当，防止过多，引起水质腐败。据河北省水产研究所介绍使用通过粉碎、发酵后的稻草液做稚参的饵料，也取得了较好的效果。

应当指出，1974年培育成功17.2万头幼参，是通过立体利用水体和不断间苗疏稀养殖的方法取得的，否则，单以池底面积计算，每平方米育出幼参1.5万头的密度是不可想象的。因此，人工培养稚参规格的大小和养殖方式是提高单位水体育苗量的重要因素。

3. 幼参饲养：1973年我所与后口大队一起在人工培育幼参的基础上，进行了人工饲养试验。即利用7月20日人工孵化培育的幼参760头，到当年12月14日测量，总重1700克，最大个体重10克，体长9厘米；最小个体重0.4克，体长1厘米，养殖至1975年7月3日，生长、发育良好，体重在110克以上的个体均发育成熟，并产卵繁殖，培育成人工养殖刺参的第二代。

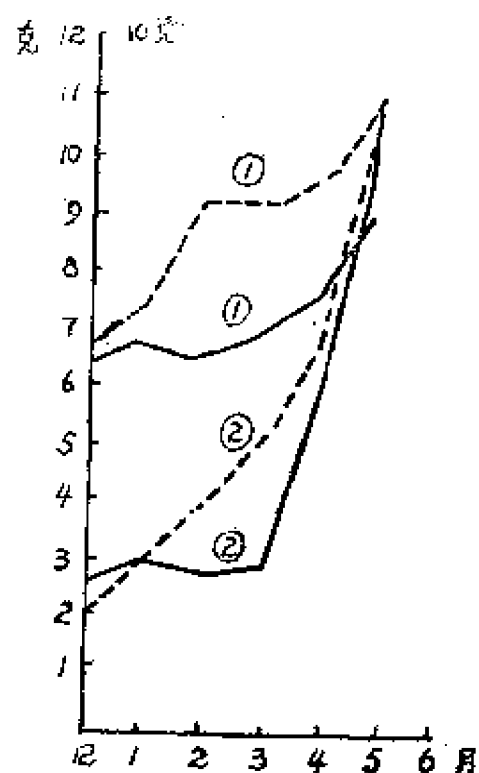
饲养方法：在1973—1975年养殖期间，1—4月份，分别在室内、室外水池中饲养。室内水池长3米，宽0.9米，高1.3米。室温保持10℃以上、水温3℃以上；室外水池长3.4米，宽3.3米，高2.5米。水温、气温的变化随自然状况（水温—1—2℃）。室内外水泥池底均模拟海底的自然状况，铺上卵石，供幼参栖息。每年5月份开始，全部移到室外水池中养殖，水温为5—25℃，直至12月底，再分为室内外饲养。一般每日换水两次，每次换水量为1/4—1/3。1—4月份水温低时每2—3日换水一次，7—8月份水温高时，每

日增加一次。常年每2—3日投饵一次，每次投饵量为2—3公斤。饵料品种为腐泥。饲养池每20—30天清池、洗刷一次，并测量生长情况。

生长情况：冬季低温期间，室外饲养池中的幼参基本停止生长，室内幼参有明显的增长(图五)。经过统计，两年来基本一致。3月份以后，室内外水温无明显的差别，幼参的生长速度基本一致。7—8月份，水温高时又停止生长，并且体重有下降的现象。一年之中10—12月份生长最快，特别是11月份增重幅度最大，平均每日增加690毫克。

通过两年人工饲养，发现刺参的生长速度与水温的变化有明显的关系。在水温低于3℃或高于20℃时，基本停止生长，在水温为10—15℃时生长速度最快(图六、七)。幼参生长个体间的差异很大。1973

年6月测量，最大个体鲜重248克，体长23厘米，最小个体重12.5克，体长11厘米。1975年7月3日选择100克以上的刺参20头，进行人工催产试验成功，获得100万粒卵子，经过筛选，培育60万个耳状幼体，于7月24日育成稚参，第一次人



图五 越冬期间幼刺参生长情况

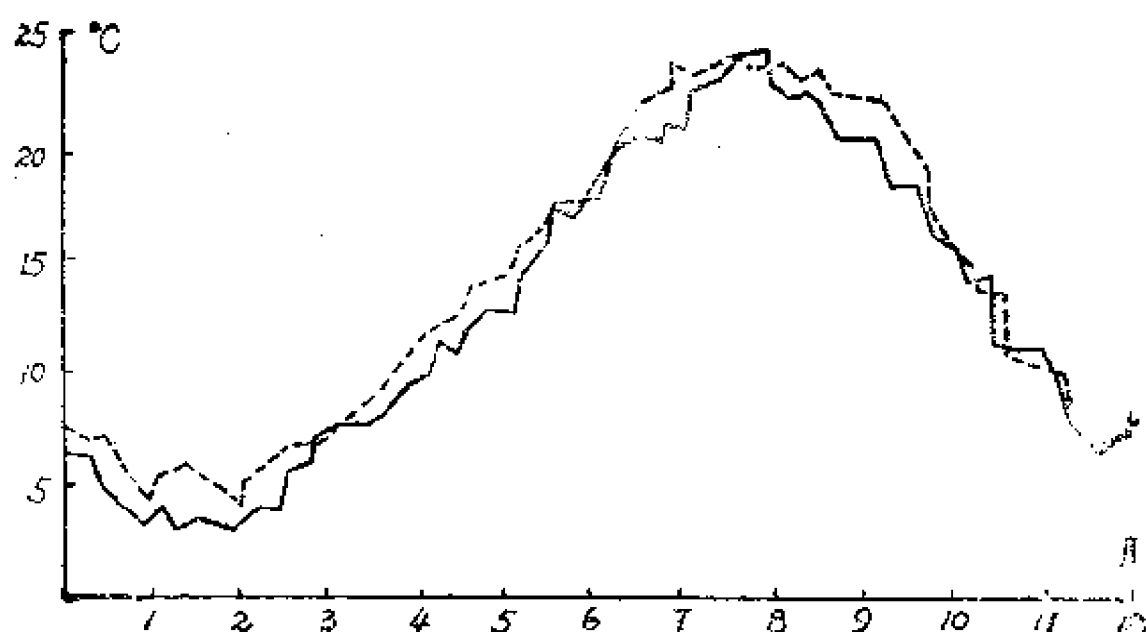
……室内生长情况
——室外生长情况

①上图1975年1—5月
(单位10克)

②下图1974年1—5月
(单位克)

工育成第二代幼参(图八)。经鲜剖观察,鲜重达到110克的个体生殖腺均发育成熟,能够进行生殖活动。

室内养殖刺参试验,对了解刺参的生长、发育、繁殖的生物学习性具有十分重要的意义,同时,在人工养殖生产上也具有很大的指导价值。



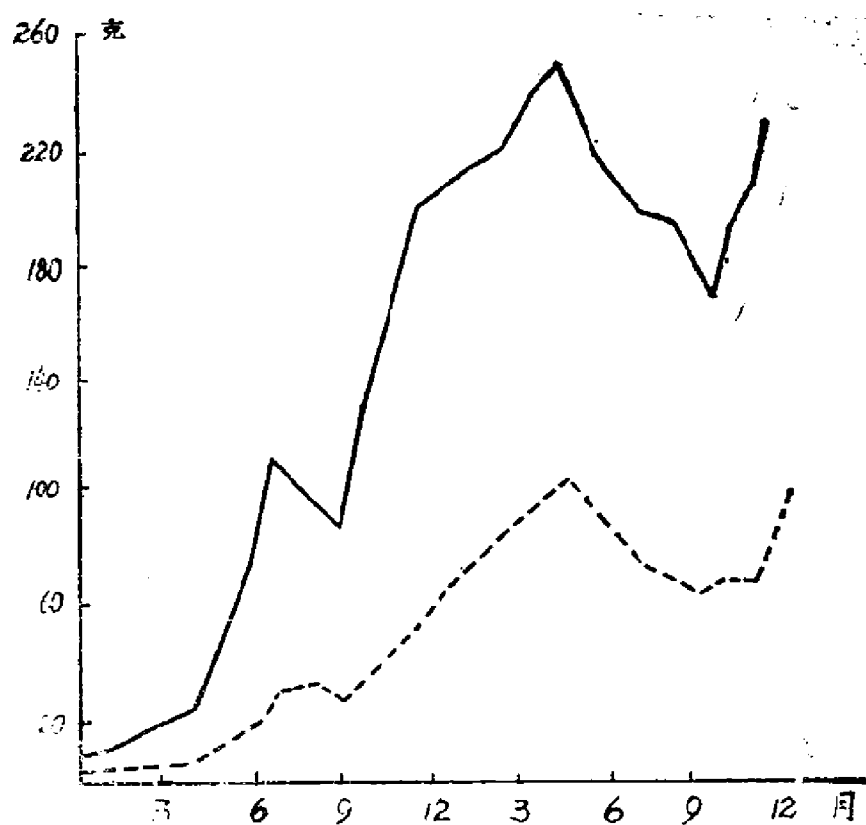
图六 1974、1975年培养刺参的水温变化曲线(五日平均值)

—————1974年

.....1975年

4. 海上养殖:海上养殖刺参,一般指人工创造适于刺参生长的环境条件,进行养殖和增殖。扩大刺参生长、繁殖区域,达到增加产量的目的。目前主要以投石养殖为主。

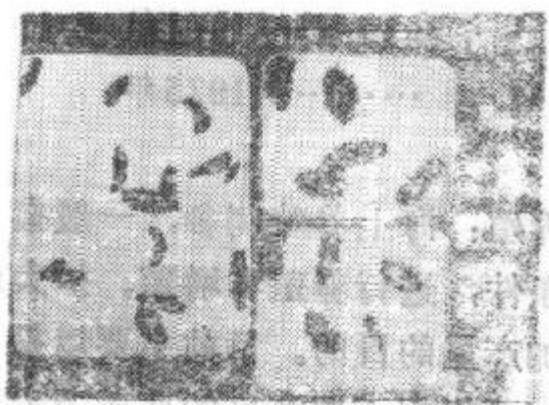
投石养殖,要根据不同海区的底质及岩石来源状况进行区域性投放。首先应由潜水人员进行水下调查,选择位置、规化、插标,成堆或成行进行投放。成堆时,每堆石头2—3



图七 1974—1975年人工养殖的刺参生长曲线

——最大体重

.....平均体重



图八 人工培养的第二代幼参

立方米，间隔10—20米一堆；成行时，每行宽2—3米，高

1—2米，长50—100米，行距3—5米。石块大小以30—50公斤重，搬动即可。在投石区，刺参生活集中便于观察。

投石后，经过水下整理，即可投放人工培育的幼参或捕捞来的自然生长的幼参或成参。投放成参时，应于产卵前投放，以便让其在新区产卵繁殖。

另外，在投石区可放置一些树枝捆或各种采苗装置，用来附着幼参，以后长大，掉落在石区生长，是增殖资源的重要途径。

五、采捕与加工

人工育苗养殖刺参，目前尚处在中间试验阶段。本节仅就采捕自然生长的刺参的采捕和加工过程略述如下：

1. 采捕方法：主要由潜水人员（重潜）下海捕捞为主，捕参时间多为春、秋两季。春季4月上、中旬开始，至6月上旬结束，之后是刺参产卵繁殖季节，禁止捕捞。产卵后的刺参，随水温升高，多隐居岩石或藻丛底下，进入夏眠。10月中旬以后，水温下降到20℃以下，刺参重又出来活动觅食，即开始秋季作业。春、秋两季捕参作业，以春季为主，秋季风天多，海水混浊度大，不易捕捞。

另外也有小马力机帆船拖网捕参的作业方式。但是，拖网作业受海底条件的限制，作业面小，同时拖网作业往往把成参、幼参一起捕捞上来，严重破坏资源，影响翌年的正常生产。所以近年来为了保护资源，防止酷捕滥采现象，机帆船拖网作业已被禁止。潜水作业的船只数量，以及捕捞刺参的规格标准也都有了新的规定，这对刺参资源的恢复、发展将起到重要的作用。

2. 加工方法：加工刺参的方法，在我国已有悠久的历史

史，至今仍然沿用，无新的或机械化方面的进展。捕捞上来的刺参在船上即开始加工。先用刀从背部近后端切开约为体长的 $\frac{1}{3}$ 的口，把内脏挤出后，收集到木桶或别的容器内。运上岸后，先用大锅煮水（海水或淡水）沸后，把参放入锅内，不停搅拌，继续煮沸，待参熟透，取出放入木槽中趁热加盐（约25%）搅拌均匀，冷却后，收集在大缸中，再加入少量食盐，暂时保存。以后每1—2日搅动一次，使盐渍均匀防止变质腐烂。盐渍半个月之后可以进行第二次加工。

第二次加工方法：将缸内的参取出，把卤水倒入锅内煮沸后，把参放入，边搅边煮，这个过程群众称为烤参，烤参的目的—方面是把参进一步煮熟，保证质量，另一方面把盐渗透到参体中把水份吸走，便于晒干。烤好的参取出放在草席上加入木炭灰，搅拌、挤压，然后放在阳光下曝晒，至于为止。即成市面上出售的成品海参。

刺参加工前，必须严防海参与淡水、食盐、油脂等接触，否则加工时易腐融海参表皮、发粘、变质成为次品。在缸中腌渍时，要有饱和的食盐，并使卤水浸没海参。使用木炭灰搅拌不仅有吸水易晒的作用，而且能使海参具有乌黑发亮的光泽，鲜艳、美观。

储存海参要保持干燥，多年不会变质。

第二章 栉孔扇贝 *Chlamys farreri* (Jones et Preston)

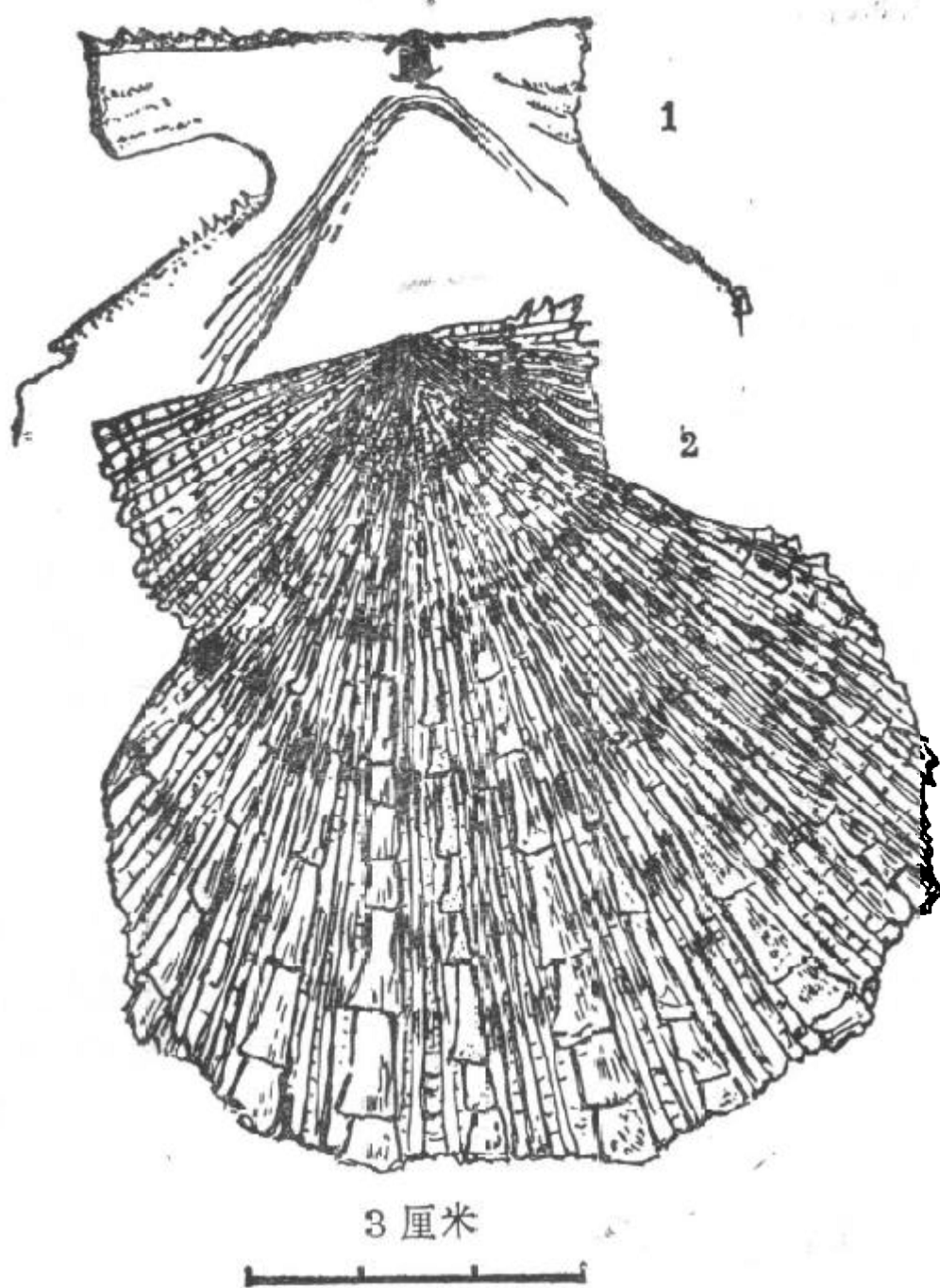
栉孔扇贝属软体动物门，瓣鳃纲，丝鳃目，扇贝科。扇贝科的品种在我国比较有经济价值的种类有六种：栉孔扇贝、太阳栉孔扇贝 *Chlamys solaris* (Born)、华贵栉孔扇贝 *Chlamys nobilis* (Reeve)、楔条扇贝 *Pecten laqueatus* Sowerbr、日本日月贝 *Amussium japonica* Gmelin、长肋日月贝 *Amussium peuronectes* (Linnaeus)。其中以黄渤海产的栉孔扇贝经济价值最高，是我国制作“干贝”的唯一种类。因此，研究栉孔扇贝的生长、发育和繁殖，促进人工育苗和养殖生产具有十分重要的意义。

一、栉孔扇贝的形态和构造：

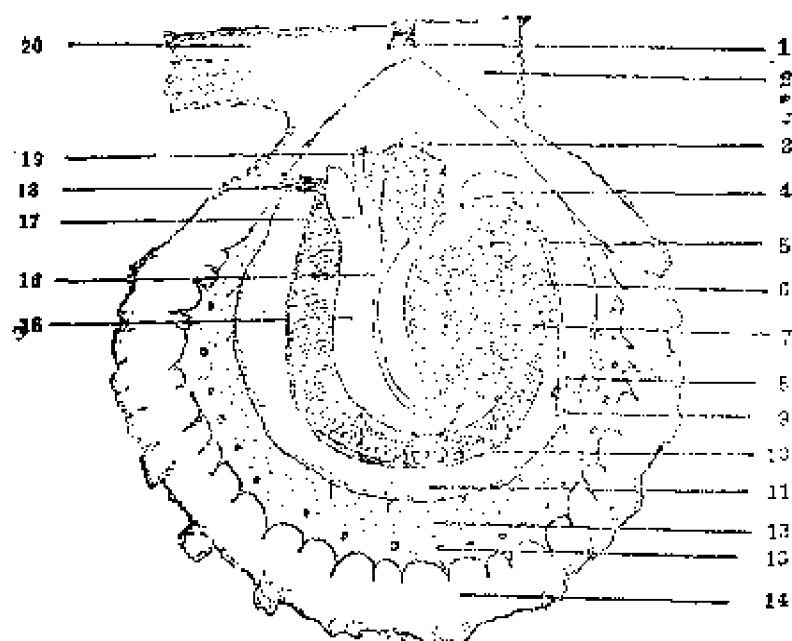
1. 外部形态：栉孔扇贝，壳呈扇形（图九），一般为紫褐色、黄褐色，壳高略大于壳长，壳顶前后有二耳，前耳大，后耳小。两壳大小几乎相等。右壳较平，前耳长方形，内面有一凹陷，形成栉孔。左壳微凸，壳面的放射肋较发达。主要放射肋有十条左右，左壳顶部细而扁平，至腹面渐粗大，并生有刺状突起。

2. 内部构造：

栉孔扇贝内部构造分外套膜和内脏团两部分（图十）。外套膜两叶，紧贴于贝壳内面，包被着内脏团，其背缘相连，腹、侧游离。游离部分三层：外层白色短小；中层灰白、



图九 栉孔扇贝壳的形态
1. 右壳 2. 左壳



图十 栉孔扇贝（除去左壳、左外套膜）内部构造

1. 韧带 2. 后耳 3. 消化盲囊 4. 围心腔 5. 缩足肌 6. 闭壳肌的平滑肌 7. 闭壳肌的横纹肌 8. 直肠 9. 肛门 10. 鳃 11. 外套膜 12. 外套膜内缘 13. 外套眼 14. 右壳 15. 腹鳍（生殖腺） 16. 肠 17. 唇瓣 18. 足丝 19. 口 20. 前耳

较厚，有发达的触手和黑色眼点；内层发达，称帆状部，边缘有一列小触手。

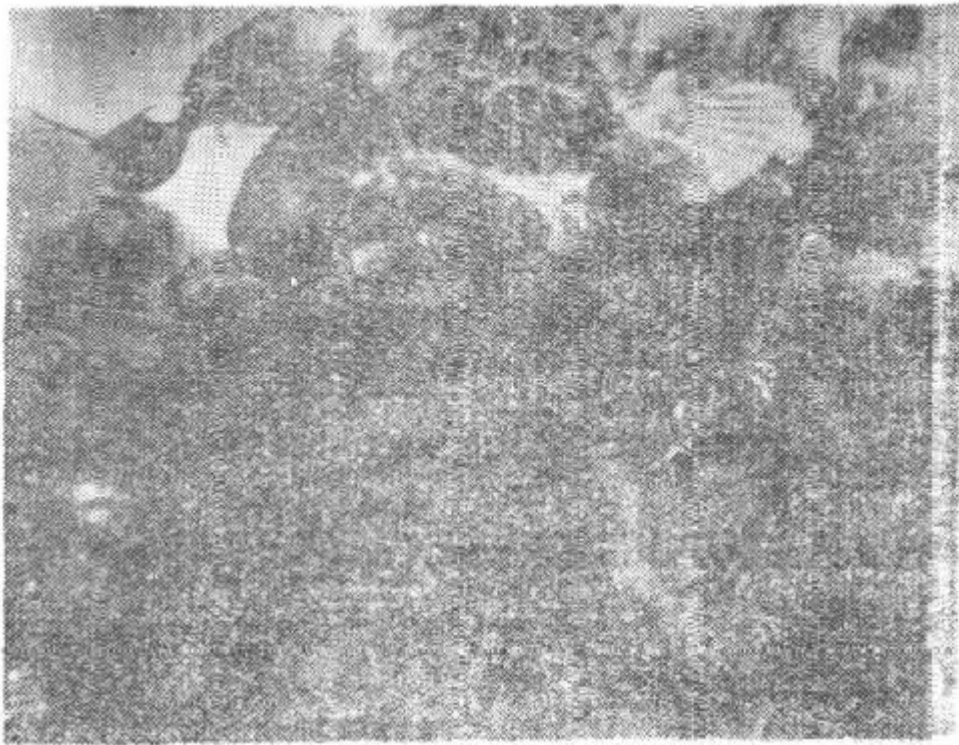
内脏团包括肝脏、胃、肠、生殖腺、鳃等。内脏团中央有两块肌肉（平滑肌、横纹肌）组成的肥大闭壳肌。收足肌紧贴在闭壳肌的右上方和足相连。足为圆柱状，末端呈吸盘状，腹面中央有一条纵沟，在沟的基部伸出金黄色的足丝（由沟内足丝腺分泌的）。成体扇贝的足已失去运动的功能。

二、栉孔扇贝的生态习性

1. 生活习性：栉孔扇贝栖息于低潮线以下有岩礁或砾

石较多的海底。用足丝营固着生活，当环境条件不适宜时能自动把足丝切断，以闭壳肌使两壳急速开闭，把外套腔中的海水迅速排出，推动身体前进，作短距离的移动，有时随潮水的流动，能移动很远，形成扇贝搬家的现象。幼小扇贝的这种活动能力往往更强。

生活在海底的扇贝，两壳微张，用鳃过滤海水中的浮游生物为食（图十一）。



图十一 自然生活时的扇贝

2. 繁殖季节：栉孔扇贝雌雄异体，精子，卵子都直接排到水中，在水中结合受精，发育。生活在黄、渤海的扇贝，每年5月中旬至8月上旬进行繁殖，繁殖盛期为5月下旬至6月下旬。虽然如此，扇贝自然繁殖和海水水温有着密

切的关系。在水温达到14℃以后才能进行生殖活动。一般年份，青岛、烟台近海5月中旬即可达到这一温度，而长岛县沿海则需要6月中旬，相差一个月，因此，扇贝的自然繁殖期还因海区不同而有先后的区别。

三、栉孔扇贝育苗

1. 人工育苗：

栉孔扇贝人工育苗的过程一般包括亲贝采捕、蓄养、性别检查、诱导产卵、幼体培养等生物学方面的技术步骤。

①亲贝的采捕和蓄养：亲贝的采捕时间，各地都不一样，山东省烟台地区一般在4月上中旬为宜，亲贝以3—4龄的为好，要求完整无伤。采捕的亲贝分层装入贝笼，挂在附近海区的养殖筏上暂养，水层2—3米，试验时需要提前10天左右取回室内，鉴别雌、雄分别暂养，各诱导产卵时使用。如果需要延长繁殖期，可将亲贝放在低于10℃的水池中储存，可以比正常繁殖期推迟一个月。

当地海区无扇贝资源时，则需要从外地运来。采捕时间一般都在前一年的11—12月份或当年的2—3月份为宜，这时水温低，扇贝活动力较低，耗氧量低，容易成活，同时也给移到新海区的扇贝有一个环境适应过程。运输时可用船或汽车，在运输前将海苔草浸泡洗净，之后一层海苔草一层亲贝，上面用海苔草覆盖，防止风吹日晒。这样运输20多个小时，成活率可达90%以上。

②诱导排精、卵方法：诱导过程主要以取卵为主。雄贝排精较易，而且精液的用量很少，因此，选留亲贝时应多留雌贝，适当选留少量雄贝即可。一般雌雄比例为5：1为好。

A. 逐渐升温诱导法：待室内水温达到14℃以上时，将生殖腺发育成熟的亲贝，分别雌雄放在不同的容器中（缸或水池）逐渐加入温水，在2—3小时内使水温上升到19—20℃，不久即见雄贝排精，30分钟后雌贝开始排卵。

B. 阴干、流水、升温诱导法：先将亲贝放在阴凉处阴干1小时左右，再用流水冲击2—3小时（流水引自沉淀池水）。然后把亲贝放入水温为22—24℃的容器中，20—30分钟后，即会出现排精产卵的个体。

C. 阴干、升温、降温诱导法：亲贝经阴干处理1—2小时后，即放入23—25℃的水中，1小时取出，再放入水温为19—20℃的水中，一般30分钟后即开始大量排精、排卵。有时在高温水中也能出现排精、排卵现象（表四）。

表四 1976年利用阴干、升温、降温诱导扇贝产卵情况

项目 日期	水温℃		升 温 刺 激		降 温 刺 激		产卵情况	
	外海	室内	时 间	水 温	时 间	水 温	时间	数量 (万)
5月28日	9.8	15.2	10:00~11:30	21~22.2	12:00~14:00	16.0~15.8	14:00	1000
6月4日	10.2	16.0	10:30~13:00	24~25.6	13:30~16:40	19.8~17.8	16:40	500
6月7日	11.2	15.4	08:30~11:00	24~25.2	11:00~15:00	15.8~13.6	15:00	3000
6月8日	11.4	15.4	09:00~10:00	23~26	10:20~11:00	21.3~19.2	11:00	1000
6月9日	11.4	15.6	09:00~09:45	22.2~23.4	10:00	20.0	10:00	2000
6月10日	13.1	13.8	—	—	—	—	14:00	1200
6月12日	14.6	15.6	09:00~10:30	23~25.2	10:30~11:40	21.2~18.5	11:40	1000
6月17日	15.0	16.6	10:30~10:40	24~24.2	—	—	10:40	1300
6月22日	13.4	16.3	09:30~11:00	23.8~24.4	—	—	11:00	1600

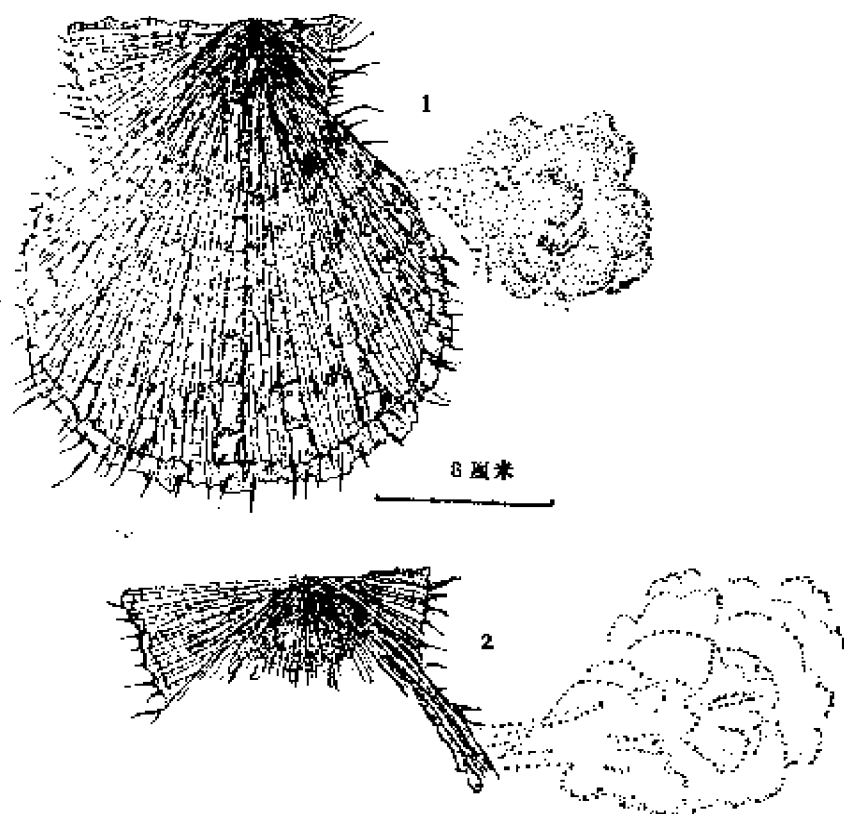
注：* 诱导之前亲贝均经过30~60分钟的阴干处理

* 6月10日为自然产卵

在亲贝生殖腺充分成熟又处在繁殖盛期时，一般给予刺

激就可以诱导发生生殖活动，取得良好的效果，有时在给暂养的亲贝进行正常的换水过程中也能发现排精排卵的现象。但是，在整个诱导获卵期间以第三种方法诱导最好。

③受精和受精卵的处理：扇贝生殖腺成熟时，雌性为桔红色或棕红色，雄性为乳白色，雌贝排卵时两壳急剧启闭，大量卵子便由贝壳的背侧、后耳的下方随水涌出(图十二)。雄贝排精时比较安静，精液成一团淡白色雾状喷出，扩散很快。雌雄贝，排卵排精都不是一次排完，而是在喷射一次后稍停片刻再喷射一次或两次。第一、二次排出的数量最多，以后逐渐减少。



图十二 栉孔扇贝排放精、卵时的现象
1、雌贝排卵 2、雄贝排精

④ 诱导获得充分的卵子之后，应取出亲贝，然后根据卵子的数量，适当加入一定数量经过稀释的精液，一般1,000万个卵子，只需加入5,000毫升精液即可。经搅拌后取样在显微镜下观察，一个卵子周围能见到1—2个精子即可。停一小时后，再观察一次，看看卵子是否受精出现极体。一般利用上述方法获得的卵子、精子都是正常的，受精发育效果好。稍停，受精卵下沉后，从容器上部轻轻除去1/3水体，即可把其引入孵化池中，逐渐加入新鲜过滤海水，并经常搅动使其分布均匀。直到面盘幼虫形成之后，分离出来才能停止搅动。

①胚胎发育：栉孔扇贝卵桔黄色、球形，直径为67—72微米，沉性。精子比卵子小得多，非常活泼，在水温19℃左右时，能在水中生活4—5小时，受精能力还很强。卵子受精后很快就出现极体并进行分裂。卵裂的方法为不等分割（图版Ⅱ）。在水温19—20℃时，胚体发育的大体时间从出现第一极体到面盘幼虫形成需25个多小时（表五）。

⑤幼虫培养：诱导产卵、受精、孵化、变态为面盘幼虫，是栉孔扇贝人工育苗第一阶段。这一阶段的关键在于获得大量的健壮的面盘幼虫，健壮的幼虫标志为：个体发育整齐，游动能力强，均匀分布在水体的中上层。

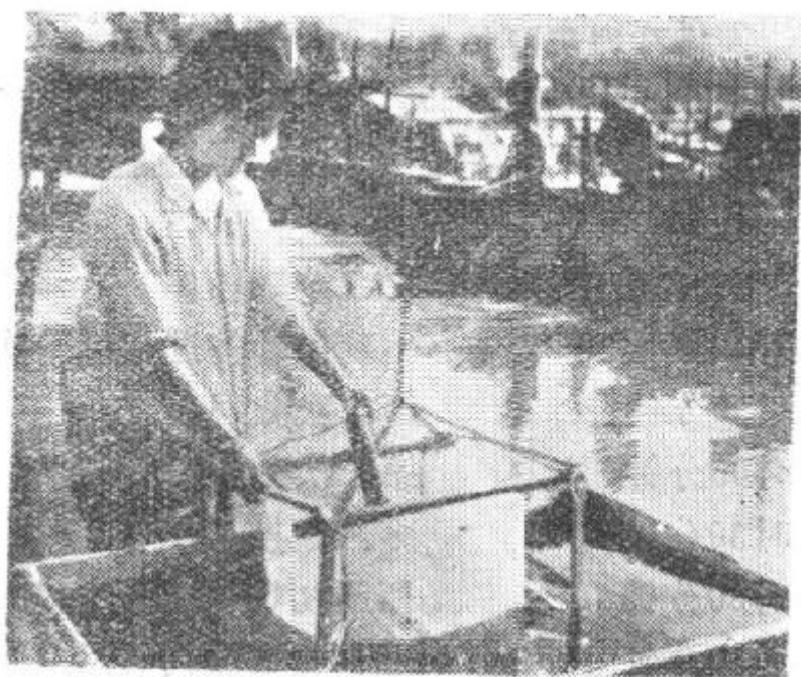
面盘幼虫的培养方法包括换水、投饵、清池、采苗等几个步骤，各地方大同小异。但是，各过程处理的恰当与否是育苗成败的关键，决不可掉以轻心。根据几年来试验，综合介绍于后：

A. 收集幼虫：面盘幼虫形成后，有两片薄壳，个体大小为 100×80 微米，多浮游在水体的中、上层。这时需要收集起

表五 栉孔扇贝胚体发育各阶段的时间

精卵结合后	胚体发育期
45分钟	出现第一极体
48分钟	出现第二极体
1小时40分钟	出现极叶并进行第一次分裂
1小时50分钟	第二次分裂
2小时05分钟	第三次分裂
3小时30分钟	多细胞期
5小时30分钟	原肠初期
15小时30分钟	胚体在卵膜内转动
20小时30分钟	出现担轮幼虫
25小时30分钟	面盘幼虫

来，与池底死亡胚体、体弱的幼虫分开。收集方法用孔眼为64微米“25”号尼龙筛绢做成30×40×40厘米的网箱，用塑料架支起来，放在位置低于水池底部的大缸中（图十三）。缸中盛满水，构成水浴式。用直径为3厘米的胶皮管虹吸，把池水连同幼虫一起吸入网箱中，浓缩收集起来，一般一个水池容量为16立方米，虹吸4—5小时完成，收集的面盘幼虫可分3—4次移入新的培养池中进行培养。在新的培养池中先加入1/2水体，保持幼虫的密度为每毫升水中有8—10个。以后每日加水两次，每次1/5左右，2—3天加满池水，并在加水的同时加饵料一次。池满后再用上述方式进行浓缩收集幼虫一次，放入另一个新池中培养。管理方法同上。这样可以洗刷、清洁旧池，备下次再用。经过2—3次浓缩收



图十三 利用网箱浓缩收集幼虫

集、倒池，幼虫已自由游动生活12~15天，即可移入最终培养池中去培养，保持幼虫的培养密度为每毫升水体3~5个。有充气设备的还可以提高密度。

经过浓缩收集幼虫、倒池的处理过程，可以达到清理池底，排出敌害生物和幼虫自身的代谢产物，防止细菌和原生动物繁生，保持水质新鲜的目的。有利幼虫的生长发育，提高成活率。

幼虫进入附着生活之后，可用沙滤池进行换水，换水量每日约为水体的1/3左右，同时也要经常虹吸池底，及时排出污物。保持水质清洁。

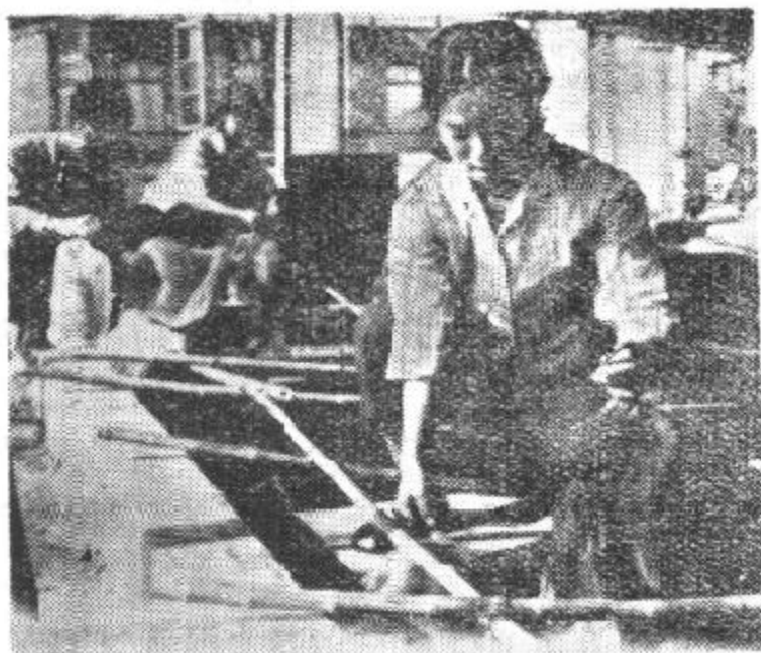
B. 投饵：第一次浓缩收集幼虫后即开始投饵，以后每次向培养池中加水时，都要进行一次投饵，每次投饵料的数量要保持池中每毫升水体有8,000~10,000个细胞，刚刚倒进

新池时应加倍投饵，随着幼虫的生长摄食量增加，投饵数量增加至2万个细胞以上，才能保证幼虫有充足的食物。

饵料品种有三角褐指藻、小新月藻、牟氏角毛藻、微型绿球藻、扁藻、金藻等微型藻类，在各种饵料培养充足时，以混合品种喂养效果最好。一般栉孔扇贝育苗时间多在6~7月份进行，这时的海水温度为18~19℃，而培养池中的水温则为20℃以上。这时的一些适于低温培养的藻类如三角褐指藻等因温度的升高无法培养成功，因此，这时藻种的培养多以牟氏角毛藻、微球藻、扁藻等耐高温的品种构成幼虫的主要饵料。

C. 采苗：栉孔扇贝幼虫在培养水温为20℃左右，饵料充足的条件下，自由游动生活15~17天，体长达到160~180微米时，出现眼点，即将进入附着阶段。这时应及时投放采苗器进行采苗。1976年以前，采苗器多为瓦片、贝壳、红棕帘子等，1976年试用采苗袋采苗。采苗袋用白色或灰色聚乙烯单丝织成孔眼为1.2~1.5毫米的网片，经剪裁缝制成30×35厘米的网袋，袋内装80~100克的旧聚乙烯或胶丝网片，5~8袋均匀栓在长2米左右的吊绳上，成簇吊挂在培养池上方的竹架上进行采苗（图十四），一般幼虫生活20天即全部进入附着阶段。

采苗袋与瓦片、贝壳、红棕帘子比较，体积小，有效附着面积大，附苗多（一般一个采苗袋附苗5,000个以上，最多达到23,680个。当稚贝生长到500微米时，即可出池，移到海上浮筏上吊养。稚贝长到2毫米左右时，容易脱离原来的附着物而自由游泳。这时采苗袋即可约束稚贝的活动范围，不致落于海底而逃跑，大大提高保苗效果。采苗袋挂在海上，



图十四 投放采苗袋在培育池内采苗

靠自然饵料供幼贝生长，既方便又经济。

⑥幼虫的生长与稚贝形成：在室内培养时，刚刚形成的面盘幼虫一般个体 100×80 微米，铰合线是直的，称为直线铰合幼虫（图版Ⅲ），4~5天之后长到 120×100 微米左右，7~8天长到 140×100 微米，两壳铰合线弯曲呈凹形，肠道也弯曲增长，壳由侧扁逐渐鼓起称为凹线幼虫。12~14天，个体长到 $160 \times 150 \sim 180 \times 165$ 微米，壳顶突出明显，称为壳顶期幼虫，并出现眼点，足发育明显，有爬行的能力，这时是投放采苗器的关键时刻，16~18天壳顶幼虫长到 $190 \times 180 \sim 200 \times 183$ 微米时，面盘和足均被用来作运动器官——游泳或在附着基上爬行，活动频繁，第20天个体增长到 280×210 微米时，幼虫壳边生有极薄而透明的新壳缘，面盘完全消失，足发达，多在采苗器上爬行，完全进入附着生长期。第

22天之后，附着幼虫长到 330×300 微米时，新生的壳缘明显增加，并出现凹凸不平的瓦棱状结构，形成稚贝。第28天，个体达到 530×700 微米，新生壳缘靠近壳顶两侧以平直方向伸展，形成一大一小的前、后耳雏形。同时新生壳缘外又生出次生壳，使壳长和壳高近乎相等。这时用眼睛直观，似麸皮状白色小点。当个体长到800微米时，贝壳前后耳完全形成，壳上已有黄红色斑点，棘刺状突起增多。

⑦幼贝出池：室内培养的幼虫，第20天之后，体长长到300微米时，在采苗器上爬行生活，不久即进入附着阶段。体长达500微米左右时，可分批出池移养到海上，自然海区水质新鲜，饵料丰富，附着幼虫生长极为迅速，在海上养殖10天后，即可达到2毫米左右。一般从孵化到出池需30天左右的时间，在海上养殖两个月，到9月上旬即可达到0.8~1.6厘米，一般保苗率为30~40%。

附着幼虫出池的早晚是影响成苗率高低的主要因素，附着幼虫长到500微米左右，生活力较强，需要大量饵料和新鲜水环境，如果在水浅风浪大的海区，为避免受到损失提高保苗率可以继续在内池培养大规格贝苗，待长到1厘米左右再移到海上养殖，据1978年文登县海水养殖场培养大规格贝苗下海养殖经验介绍，保苗率可达90%以上。培养大规格贝苗需有充足的饵料和较大的换水量，其管理成本比较高一些。在一般情况下，幼贝长到500微米时出池下海养殖比较好。

2. 自然采苗：

①采苗场的选择：自然采苗也称半人工采苗。一般在自然海区或海湾内有自然生长的扇贝，就会有贝苗出现，而贝苗数量的多少，取决于成贝数量的多少，采苗的多少又与海

区的环境条件有密切的关系。因此，受风浪冲击较少、又无大量淡水流入的港湾是较好的采苗场。在有人工养殖扇贝的内湾，自然采苗的效果更为显著。据山东省水产学校1975年在烟台地区沿海自然采苗试验（表六）看出，在有自然生长扇贝的海区采苗，最好的地方平均每个采苗袋采苗54.7个。而在有人工筏式养殖扇贝的海湾内，平均每个采苗袋采苗多达91.1个。

表六 山东省水产学校1975年自然采苗情况

海 区	平均每袋采苗个数	备 注
后 口	91.1	有笼养成贝
南隍城	75.0	有笼养成贝
三杆石	54.7	
金沟湾	47.6	有笼养成贝
蔡家庄	10.1	
瓦屋石	7.3	
西 口	6.3	

长岛县砣矶公社后口海湾内于1975年开始用筏式笼养扇贝2,000多斤，当年进行自然采苗试验，平均每个采苗袋采苗113个。1976年平均每袋采苗121个，1977年平均每袋采苗134个。远远超过其他无养殖成贝海区的采苗数量。

②采苗器：用红棕绳、红棕帘、瓦片、采苗袋和各种形式的贝壳串，都可做为采苗器，采到贝苗。但是，以采苗袋的效果最好。贝苗在采苗袋内生长情况良好，至9月下旬一般都长到10毫米以上。

采苗袋用的材料和制造方法与室内人工采苗所用的采苗袋相同。采苗袋内装入红棕绳、瓦片、贝壳、胶皮块、塑料管、聚乙烯或胶丝网片等做为附着物，都可以采到一定数量的贝苗，其中以聚乙烯和胶丝网片等做为附着物，采苗效果最好。利用双层网袋，袋内不装附着物，也可以采到一定数量的贝苗，应当说明，采苗袋本身就是很好的附苗物(表七)。

表七 1977年不同附苗基自然采苗情况 (9月14日检查)

挂袋日期	项目 采苗数(个)	双层采苗袋			单层采苗袋							贝苗大小(毫米)			备 注
		聚乙烯网片	胶丝网片	空袋	聚乙烯	胶丝	聚乙烯+胶丝	塑料板	贝壳	红棕绳	胶皮块	大	小	一般	
6月7日	229	93	115	100	157	109		39	50	67	62	10	3	7	贻贝、梭蛤极多
6月17日	189	163	276	101	148	112		36	150	124	43	12	3	8	贻贝、梭蛤极多
6月23日	178	139	122	146	69	116		105	34	76	14	11	3	8	梭蛤多
7月5日	172	201	314	102	41	124			53	72	24	8.5	3	6	贻贝、梭蛤多
7月17日	220	52	72	210	72				31	42	5	10.5	3	5	纯贝苗无杂物
7月27日	143	212	261	135	62	38		74	63	19	15	9.5	3	5	纯贝苗无杂物
8月5日	125	125	158	25	48	142		71	4	42	17	8	2	5	纯贝苗无杂物
8月18日	63		0	85	2	11		2		0		11	3	4	纯贝苗无杂物
8月26日		20	0	201	13	5		1	2	0	0	5	2.5	4	纯贝苗无杂物

③采苗时间：各个海区生长的扇贝受海况环境条件的影响产卵期差异很大，因此，各地进行自然采苗的时间也各不相同。一般比较可靠的采苗时间可由三个方法推算：A. 室内诱导产卵试验：一般室内海水的温度要比自然海水的温度高1~2℃，扇贝产卵时间要提前，同时人工给以机械刺激又可诱导早产卵。亲贝生殖腺充分成熟时，诱导效果非常明显，因此，一旦诱导大批产卵时，即可预测海上扇贝已接近产卵期。因此，延续10~15天即可投放采苗袋进行采苗。

B. 进行浮游生物拖网：鉴定扇贝幼虫的发生、数量、高峰期和发育阶段，控制在壳顶幼虫期进行挂袋采苗。C. 测量生殖腺指数：即每3～5天采集解剖一定数量的成贝，求出生殖腺的重量与整个软体部的重量之比，即生殖腺指数 = $\frac{\text{生殖腺重}}{\text{软体部重}} \times 100\%$ ，当高峰出现而继之下降时，证明扇贝已

大量产卵，就可着手准备，一周之后即可投放采苗袋进行采苗。

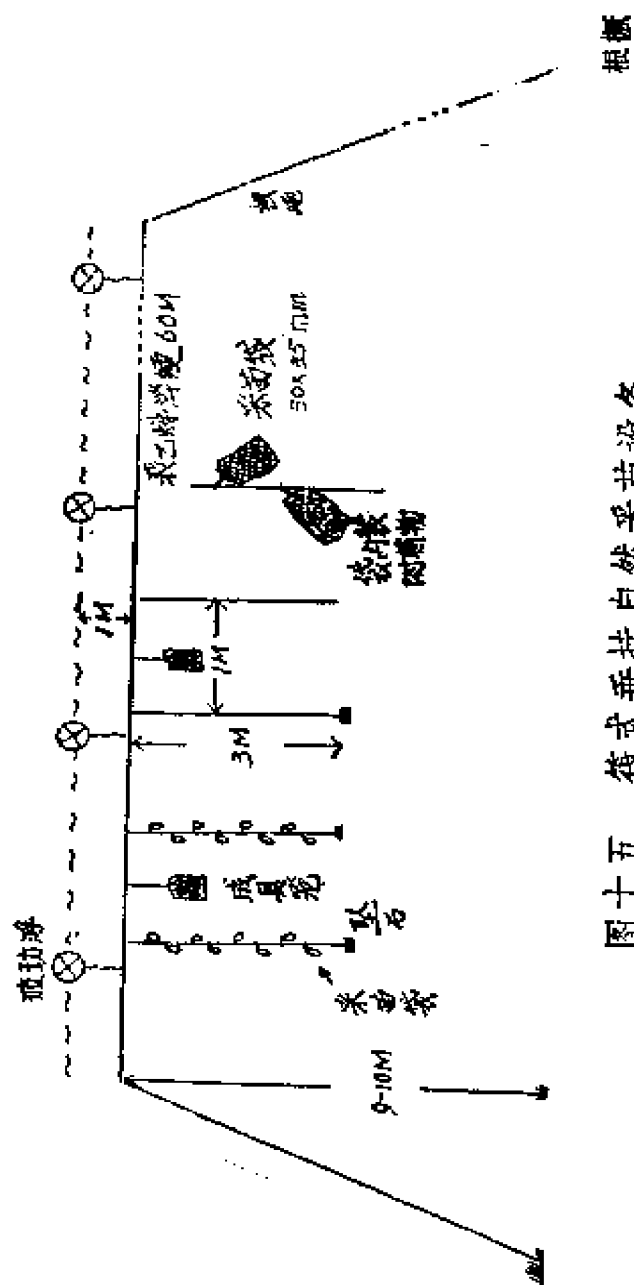
进行自然采苗切忌盲目性，过早投放采苗袋易附着杂藻、贻贝、梭蛤幼虫，占据了附着物影响幼贝附着，过迟则采不到贝苗。

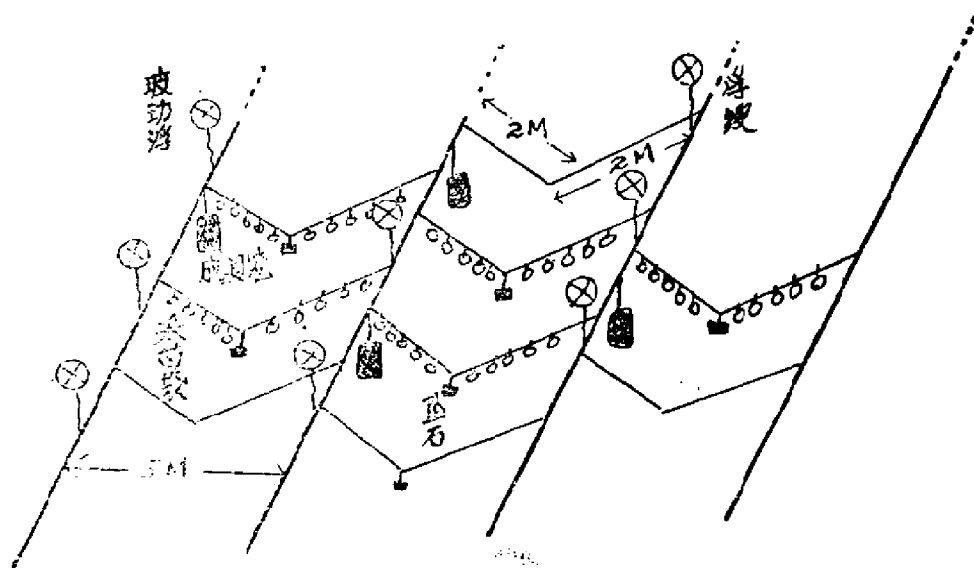
长岛县砣矶岛近海，扇贝自然采苗的最适宜日期为7月上中旬（水温为16℃以上时）。既能避开贻贝、梭蛤幼虫的附着期又能采到贝苗。

进行自然采苗，在浮筏上挂采苗袋的方式有垂直挂袋、斜挂袋两种方式（图十五、十六），挂袋水深一般在水面下1～3米处为宜。垂挂采苗袋一般一串拴8～10个采苗袋，末端拴一坠石（约半斤重）。每串间距一米，一条浮筏上可拴35～40串。斜挂时在两条相邻的浮筏间交叉拴绳，每绳拴采苗袋10个，中间拴一坠石，交叉距离为0.5米。采用斜挂方式拴采苗袋可以充分利用浮筏的设备，挂袋多，但是，因为挂袋多，各行筏子相连接一起，受风浪影响容易缠绕、断绳，必须加强安全措施，及时调整。垂挂、斜挂采苗袋都能获得良好的采苗效果（图十七）。

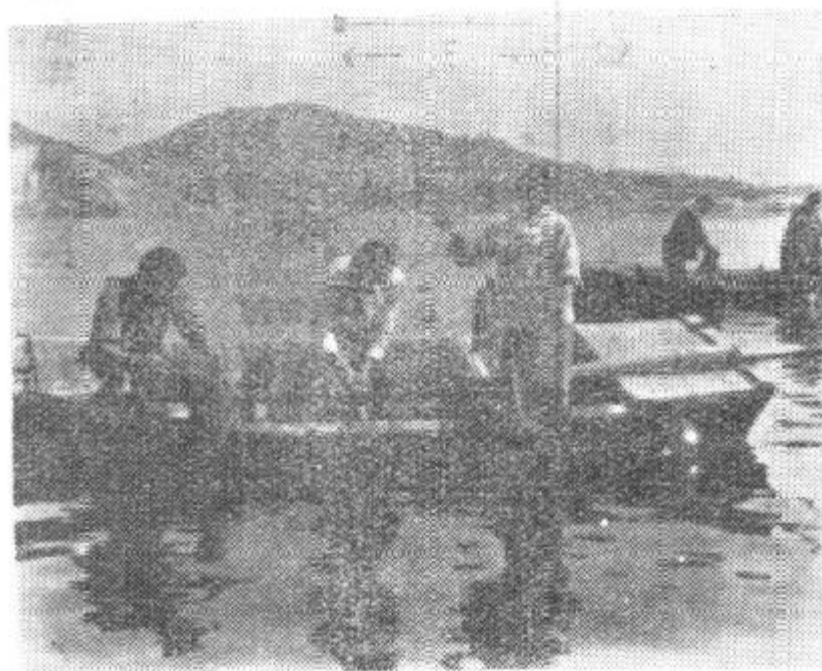
四、栉孔扇贝的养殖和生长

室内人工育苗培养的幼贝，在采苗袋内养殖或用自然采





图十六 筏式斜挂自然采苗设备



图十七 在海上挂袋自然采苗的情景

苗方式采到的贝苗，到9月下旬，幼贝一般壳高可达10毫米左右，这样大小的幼贝附着不甚牢固，常常脱离附着物而堆积在采苗袋的底部（少数附在采苗袋上边）。由于过于集中，互相挤压，影响正常生长，需要进行分笼疏散养殖。

1. 养殖海区的条件：

在有自然生长扇贝的海湾，一般可以进行人工养殖。无自然生长扇贝的海湾，在水深3米以上、底质为礁石、砾石或沙质，潮流通畅、受风浪影响较少，无河水注入等条件时，均可以进行扇贝养殖。

2. 养殖方法：

①筏式养殖：根据长岛县海珍品试验场养殖经验：幼贝笼一般为直径25厘米、高80厘米的圆柱形。中间分隔成6～7层，外围用1厘米孔眼的聚乙烯网片缝合而成。每层放1厘米以上的幼贝200～300个，每笼养殖2,000个左右，挂在水深4～5米的浮筏上养殖。一条浮纜长一般60米，可挂35～40笼。近年来幼贝养殖数量不断增加，养殖海区不断向深水区（15米以上）发展，贝笼随之加高达120厘米，分层也增加至10层养殖幼贝数量可达4,000多个（图十八）。

翌年4～5月间，幼贝壳高长到2.5厘米以上时，需要进行分笼养殖。稀疏每层养殖幼贝200个左右。11～12月，再分笼一次，这时需要更换新笼，新笼的直径一般为30～35厘米，高80厘米，分隔6～7层，用网眼为2.5厘米的网片缝合。每层放3厘米以上的幼贝50个左右，每笼养300个左右，直到养成。

据有关资料报道，人工笼养扇贝最好一次装笼养成，不要分笼，以免切断足丝时受损伤，影响生长。但是，分笼可



图十八 幼扇贝养殖笼及其制造情况

以根据幼贝生长的快慢形成个体间的差异逐步疏散，分别养殖，同时换笼，还能达到洗刷清除敌害生物的作用，因此，在人工养殖生产中，必须权衡整个养殖过程中的利弊，进行合理的管理措施，才能达到较好的效果。

②穿孔吊养：在笼养幼贝中挑选壳高2厘米以上的个体，在左壳前耳钻直径为一毫米的小孔，用 3×3 的聚乙烯绳串起，5~8个一簇。一根长2米的聚乙烯吊绳可拴25~26簇。为使幼贝以足丝行固着生活，可将穿扇贝的聚乙烯绳缠绕在养海带用的苗绳上，增加牢固性。另一种方式是把一簇幼贝拴在用竹条制的三角锥形架上（图十九），一个三角锥形架可拴50~60簇，比单绳吊养增加一倍的养殖数量。

③海底播养：在适宜扇贝生长的海湾，进行海底撒播养殖，撒播的贝苗约为1厘米左右，这种方法比较简单，养殖



图十九 在幼贝左壳前耳穿眼串养三角架

成本也低。但是，扇贝有自由活动的能力，往往因海况条件的变化，而切断足丝迁移它处，造成捕捞的困难。因此，播养必须有充足的苗种才能收到一定的效果。

另外幼贝的养殖方法还有用环氧树脂粘着、塑料筒养等方法。目前，人工养殖扇贝还处在中间试验阶段。养殖方法也在不断改进创新，总的要求是养殖方法简便、成本低、生长快。

3. 扇贝的生长：

扇贝的生长一般二年可以达到商品规格。根据试验测量统计，人工孵化育苗当年的幼贝壳高平均为15毫米。翌年6月壳高40毫米的占31%，30~39毫米占51.5%，不足30毫米的占17.5%。第二年6月幼贝壳高超过70毫米的占42%，60~69毫米的占42%，不足60毫米的占16%。第三年壳高超过80毫米占36%，70毫米的占49.5%（表八）。

表八 1977年8月25日测量人工养殖
1~3周年扇贝壳高范围 (单位·毫米·克)

类别	项目	20毫米以内		20~29		30~39		40~49		50~59		60~69		70~79		80以上	
		平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%	平均重	比率%
养 殖 一周年		1.6	3.0	3.5	11.6	9.0	56.0	10.0	9.1								
				2.3	2.0	5.5	45.0	16.0	53.0								
养 殖 两周年								14.0	2.0	20.0	14.0	37.0	42.0	62.0	40.0	62.0	2.0
养 殖 三周年												52.0	9.0	66.0	43.0	110.0	47.0
						6.0	1.0					52.0	16.8	74.0	56.0	95	25.1

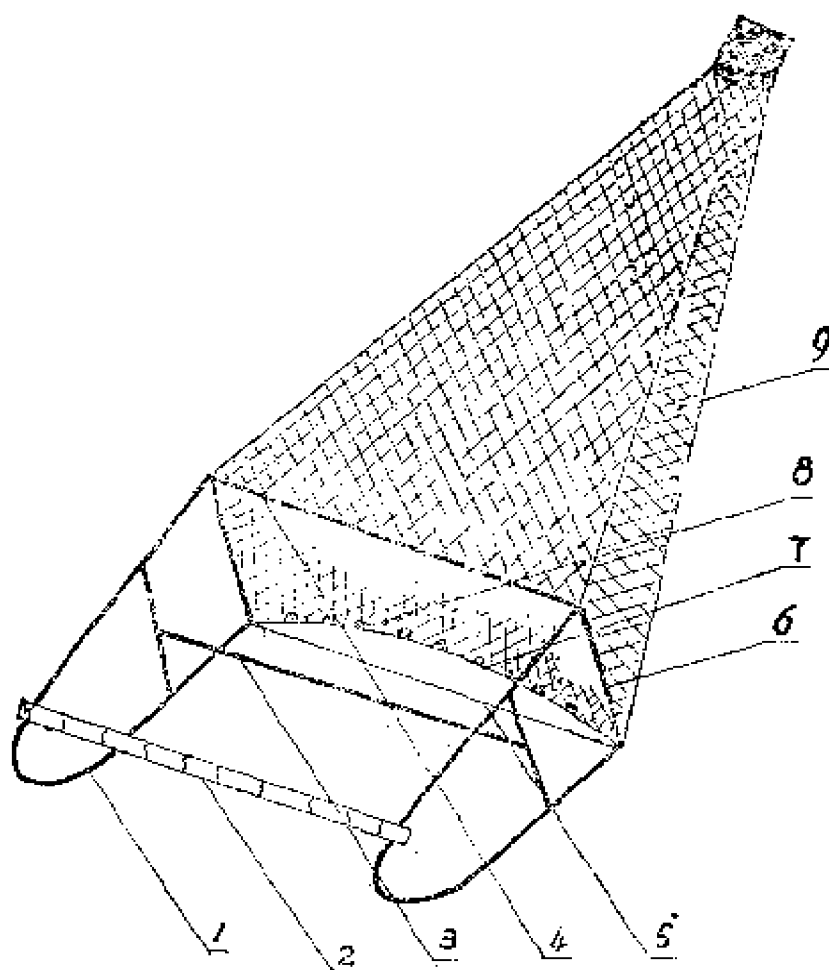
扇贝生长速度随不同季节和不同年龄有明显的差异。一龄贝生长最快，二龄次之，三龄最慢。1—4月份，每月平均增长壳高0.15~0.19毫米，5~12月份水温在10℃以上，生长较快，平均每月增长壳高1毫米以上，其中7~9月份水温为20℃以上时生长最快，平均增长可达4~8.4毫米。

另外，附着物质对扇贝生长的影响也不容忽视。自然生长的扇贝多以足丝固着在礁石上，环境比较稳定，张壳捕食的机会多，生长快。笼养或穿孔吊养，均缺乏必要的附着物质，特别是笼养，密度大时，多堆集成球状，互相固着，受风浪的冲击易滚动，闭壳的时间长，影响正常的捕食活动，生长较慢。同时，为了抵御外界的不良环境，贝壳往往有明显的增厚和隆起现象。所以选择恰当的附着物质，满足扇贝生活的需要，是人工养殖扇贝提高产量的重要途径。

五、采捕与加工

1. 采捕方法：扇贝生产，在我国主要是捕捞自然生长的扇贝，山东省长岛县1960年捕捞鲜贝曾达250吨，荣成县

1957年曾达1200~1300吨。近年来资源显著衰退,产量急剧下降,以致需要进口才能满足国家的需要。捕捞扇贝有两种方法:一是用扇贝网进行拖网生产。烟台地区水产研究所1972年根据历史上扇贝拖网的特点设计制造了一种适用于20马力机帆船作业的扇贝拖网(图二十)。每只船可带网2~3个,



图二十 扇贝拖网

1.网口 2.横梁 I 3.横梁 II 4.上口网 5.底网 6.侧口网
7.下口网 8.沉子 9.网袋

拖曳15~20分钟,网产扇贝高者可达700~1,000个。效果很好。拖网作业的时间为春、秋两季。二是利用潜水人员捕

捞，潜水作业不受海底条件的限制，除了冬季和大风天之外，常年可以作业。近年来，因为近岸资源衰退，同时为了加强自然资源的繁殖保护，扇贝的采捕工作基本停止。

人工养殖扇贝，收获比较方便，目前尚处在试养阶段，其产量比较低。

2. 加工方法：

拖网或潜水捕捞的扇贝，以人工用小刀插入扇贝两壳之间，割断其中一壳上的闭壳肌，进行开壳，然后除掉外套膜和内脏团，剩下闭壳肌，再用小刀轻轻割下。扇贝加工可以制成罐头。因近年来产量有限，大部分加工成干品即“干贝”。干贝的制做方法，为取出闭壳肌后，收集一起，放到煮沸的海水或含有5%食盐的淡水中，再把水煮沸后即可取出，而后再用海水刷洗干净，晒干即成市面上出售的“干贝”。

第三章 皱纹盘鲍

Haliotis discus hannai Ino

鲍鱼是一种经济价值很高的软体动物，足部相当发达，占体重的40%左右，肉味鲜美，营养丰富，堪称海味之冠，其壳“石决明”是贵重药材，具有平肝明目的功效。

据记载，我国有七种鲍鱼，常见的有皱纹盘鲍，产于我国的北方山东、辽宁沿海；杂色鲍*Haliotis diversicolor* Reeve产于南方广东、福建沿海；耳鲍*Haliotis asinina* Linnaeus半纹鲍*Haliotis Semistriata* Reeve；羊鲍*Haliotis ovina* Gmelin均属暖水性种类，分布于海南岛、西沙群岛和台湾沿海。其中尤以皱纹盘鲍个体大，数量多，是鲍属中食用的主要品种。

一、皱纹盘鲍的形态和构造

1. 外部形态：皱纹盘鲍具有一个卵圆形石灰质的硬壳（图二十一），螺层约三层，各层间的缝合线不深。螺旋部很小，仅占全壳的极小部分，体螺层极宽大，几乎占贝壳的全部。在壳的左后部由壳顶向下自第二螺层的中部开始，直至体螺层的边缘具有一列距离相等的突起和小孔，这些突起和小孔共同构成一条旋转的螺肋。突起和小孔由壳顶至基部逐渐增大，末端有4—5个（一般4个）特别大，开口与内部相通，称为呼吸孔，也是外套触手伸出和泄殖孔道。全壳为棕绿色或褐色，生长纹明显。表面常常附生着苔鲜虫和石灰

虫等动物。壳内面白色或灰白色，具有珍珠光泽，壳口大，卵圆形。外唇薄，边缘呈刃状，内唇厚，向壳内面延伸形成一个上端稍宽，基部较窄的片状遮缘，壳面中央有一个圆形右侧壳肌痕，前端遮缘下边有一个狭长的左侧壳肉痕。无厣。

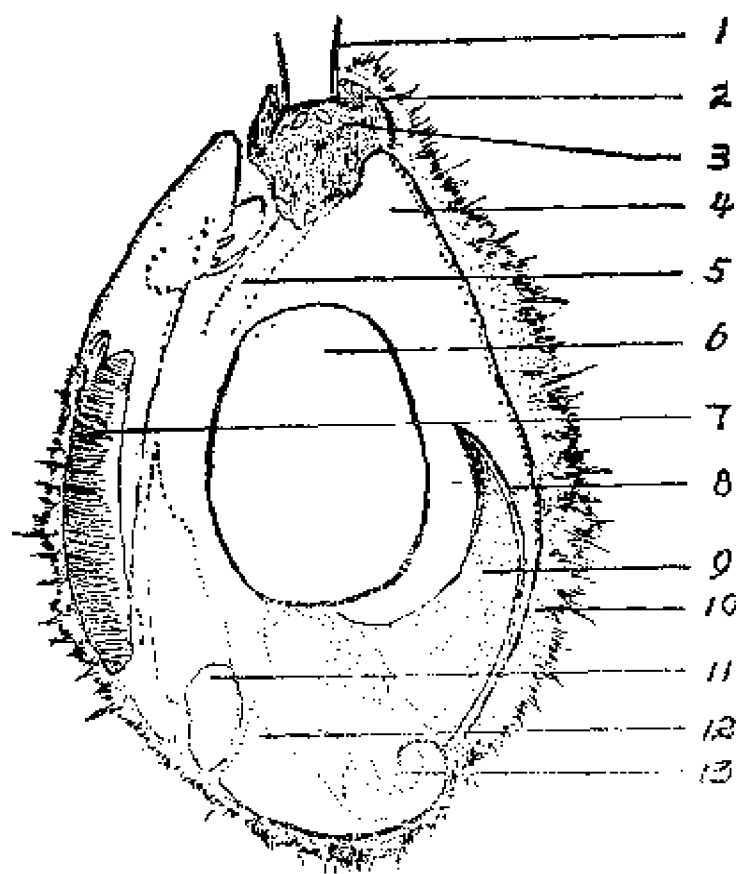


图二十一 皱纹盘鲍壳的外部形状

2. 内部构造：（图二十二）

（1）头部：头部位于身体的前端，足的背侧，有触角

一对，触角基部有一对灰白带褐色的眼柄，顶端有眼，在两触角之间有一棕叶状突起的头叶。有吻，吻前为口，有齿舌，管舐食生活。



图二十二 皱纹盘鲍内部构造（将贝壳除去后
显视部分器官的背面）

1.触角 2.眼柄 3.头叶 4.外套膜 5.食道 6.右侧壳肌 7.左粘
液腺 8.生殖腺 9.消化腺 10.上足 11.心脏 12.胃 13.胃盲囊

（2）足：位于腹面，扁平，宽大。足分上足和下足两部分，下足呈盘状，蹼面扁平，匍匐爬行或吸附用。上足有许多触手和小丘。整个足的背面中央肌肉隆起成圆柱状，即为侧壳肌，与壳相连，周缘与外套内缘相连。

(3) 外套膜：外套膜为包被在身体背面的一层薄膜，在内脏囊的背面形成一个外套腔，其中有两枝羽状鳃列，行呼吸作用。

(4) 内脏块：将贝壳剥去即见，内脏块的主要部分为内脏锥体和内脏螺旋两部分，它的颜色随消化腺的色泽和生殖腺的厚薄而变化。消化腺一般呈深绿色。生殖腺位于消化腺与表皮之间，生殖时期雄性呈米黄色，雌性呈灰绿色，肥大时可包被整个胃与嗦囊。

二、皱纹盘鲍的生态习性

1. 栖息环境：鲍鱼一般喜栖息于水深数米至数十米的潮流畅通，海水清晰，海藻丛生的岩礁海区或岛屿峡角之处（图二十三）；在沙岸和有淡水流入的河口区则无生长。鲍鱼一般白天隐居在石洞或石缝深处，很少活动，夜间出来觅食，用足缓慢匍匐爬行，遇敌害或受惊时，以足紧紧吸附在岩石上，据记载，一个体长7—8厘米的成鲍，吸附力达200



图二十三 自然生活状态的皱纹盘鲍

公斤。所以，采捕鲍鱼时，都是乘其不备，骤然掀其壳，方可取下。

鲍鱼觅食生活，有明显的季节性变化，一般夏、秋季节成鲍活动范围很广，1—20米的水域皆有分布。在长岛县沿海，水深在2—10米处为多。幼鲍多生活在水深1—3米处。冬、春季节多隐居在岩石洞或缝间，很少出来活动。

鲍鱼有发达的口器和齿舌，以舐食褐藻为主，最喜食海带、裙带菜和马尾藻之类大形藻类。

2. 繁殖季节：鲍鱼的繁殖季节随品种而异；长岛县的皱纹盘鲍多在6—7月间水温为16—17℃时发育成熟，7—8月产卵繁殖。鲍鱼雌雄异体，无交接器官，也无其它附属腺体，生殖细胞经外套腔由呼吸孔排出。在水中受精发育。

2—3天幼虫即营匍匐生活。

三、皱纹盘鲍的人工育苗

1. 亲鲍采捕和暂养：

亲鲍是人工孵化育苗的基础，因此，适时采捕一定数量，个体肥大，完整无损伤的亲鲍是试验成功的重要条件。亲鲍一般都由潜水人员采捕，长岛县的鲍鱼，采捕时间多在5—7月间。如果试验设备条件较好，人力充足，可以早捕，捕捞的亲鲍放在水池内暂养，保持水体流动，水质新鲜，或适当提高水温，投喂海带、裙带菜或其它大型藻类做饵料，以促进鲍鱼生殖腺的发育成熟，提早催产获卵。也可以在亲鲍生殖腺充分成熟的时期进行采捕，然后放在室内水池中暂养几天或10几天，在此期间投否饵料，均不影响亲鲍生殖腺的正常发育。这样，比较省力。长岛县砣矶公社后口大队海珍品试验场，多年来都是采用这种方法于7月上旬水温

为16—17℃时采捕生殖腺充分成熟的亲鲍，暂养5—10，即可进行诱导产卵。

2. 诱导取精、卵方法：

(1) 升温诱导法：一般在7500毫升的玻璃缸或25万—30万毫升的水缸中分别放入雌、雄亲鲍3—15个，在室内水温为19—20℃，海水比重1.022—1.023的条件下，每隔30分钟提高水温刺激30分钟（升温的幅度为 $4 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ），一般反复刺激2—3次，即可出现排卵、排精的个体。水温保持在23—24℃的条件下，3小时内可不断出现排卵、排精的个体。

(2) 阴干诱导法：在上述容器内，雌、雄分开或雌雄混合（混合的比例雌：雄=3：1），在室内气温为24—25℃，水温为19—21℃的条件下，每隔30分钟，倒出海水，阴干15或30分钟两种方式诱导，反复多次即可见到效果。

(3) 紫外线照射海水诱导法：在容量为25—30万毫升的缸中盛海水20—25万毫升，放在60瓦紫外线灯下照射3小时，或用30瓦紫外线灯照射7小时，然后把阴干1小时的亲鲍分别雌、雄放入不同的缸中，每缸放亲鲍10—15个。一般在17点30分至18点30分进行阴干刺激。18点30分后，把亲鲍放入被紫外线照射的缸中，经30—50分钟就会出现排放精、卵的个体。时间一直延续到24点（表九）。

另外，亲鲍在7月中旬生殖腺充分成熟时期，也可自然排放精、卵，时间也多在20—23点之间。

上述诱导鲍鱼排放精卵的效果以紫外线照射海水诱导为最好。诱导鲍鱼发生生殖活动的机理是：通过外界物理或化学的刺激，引起机体兴奋，增强新陈代谢，从而引起性活

表九 利用紫外线灯照射海水诱导鲍鱼产卵情况

日期	项目	水温℃		阴干处理时间	紫外线射		诱导结果		备 注
		饲养时	诱导时		瓦	时间	排、精卵时间	获卵数	
7月12日	19	20.2	17.00—18.30	60	3	小时			无反应
7月14日	20	20.6	17.00—18.30	60	3	小时			无反应
7月15日	19.8	20.0	17.00—18.30	60	7	小时	21.00		多呈块状不正常卵
7月16日	20	21.2	17.00—18.00	30	7	小时	20.00~21.30	50	初期排出卵块30分钟后排正常卵
7月17日	20	21.2	17.00—18.00	30	7	小时	21.00~22.00	50	正常卵子
7月18日	20	22	17.00—18.10	30	7	小时	20.00~23.00	500	正常卵子
7月19日	20.5	21.6	17.00—18.10	30	7	小时	21.00~24.00	500	正常卵子
7月20日	20.5	20.6	17.00—18.10	30	7	小时	22.00~24.00	3000	正常卵子
7月21日	20.5	21.2	17.00—18.10	30	7	小时	21.30~24.00	1000	正常卵子
7月22日	20.5	21.2	17.00—18.10	30	7	小时	20.30~22.10	50	正常卵子
7月23日	20.5	21.2	17.00—18.10	30	7	小时		少量	翌日晨发现有卵子

动，出现排放精、卵的现象。

亲鲍排放精、卵时多匍匐爬行在缸壁的中上部，把壳提起，再急剧收回，精或卵便从第二、第三个呼吸孔排出，偶尔也从第一、四呼吸孔排出，但是，一次排精或排卵最多由两个呼吸孔同时排出。雌鲍排卵时多连续喷射两次，停歇10—20分钟，再喷射1—2次。每次喷出的卵子数量为5,000~10,000粒。卵子呈灰绿色，成喷射状排出，很快散开，徐徐下沉，以这种方式排出的卵子多为正常卵。匍匐在缸底的鲍鱼，也有少数个体排卵的现象，但多呈块状挤出，堆积在呼吸孔的旁边，这种卵不易散开，多为双卵膜和无卵膜的不正常卵子，这种卵子有时也能受精、分裂，但不久即死亡。雄鲍排精时，精子多呈淡白色烟雾状喷出，精子很

小，非常活泼。

3. 受精和胚体的发育：

精、卵结合即为受精。要观察卵子受精，细胞分裂过程，在显微镜下连续进行观察才能得到理想的结果。皱纹盘鲍卵子的直径为240—260微米，卵核直径为200微米左右，棕黑色。精子头部略尖，尾巴细长。在室内海水温度为20~22℃的条件下，卵子受精后约45分钟出现极体，以后开始分裂，鲍鱼的受精卵分裂方式为螺旋式分割（图板Ⅳ）。经过多次观察，胚体发育的大体过程如表十：

表十 皱纹盘鲍胚体发育各阶段的时间

精 卵 结 合 后	发 育 期
50分钟	出 现 极 体
60分钟	第 一 次 分 裂
1 小时05分钟	第 二 次 分 裂
1 小时20分钟	第 三 次 分 裂
2 小时15分钟	多 细 胞 期
4 小时50分钟	卵膜内担轮幼虫
9 小时50分钟	担 轮 幼 虫
27小时15分钟	面 盘 幼 虫

4. 受精卵的处理：

上述各种方式诱导排放精、卵的时间都要延续两个小时以上，因此应当及时取出卵子，放到盛有新鲜海水的缸中稀疏放置，取卵方法用直径为10—15毫米的胶皮管虹吸收集。当取卵50—100万粒时，可以加入5,000—10,000毫升，经过适

当稀释的精液进行受精，在显微镜下观察一个卵细胞外围能发现1--2个精子即可。严禁加入精液过多，以防污染水质，影响胚体发育。经过45分钟后出现极体，细胞开始分裂，证明精、卵基本正常。这时可用直径为20—30毫米的胶皮管从缸的上部慢慢排除1/2—1/3水体，然后再加入新鲜的海水，搅动均匀，经2—3小时后胚体下沉，可再用上述方法换水一次，这样保持水质新鲜，水体活动，有利于胚体正常发育。

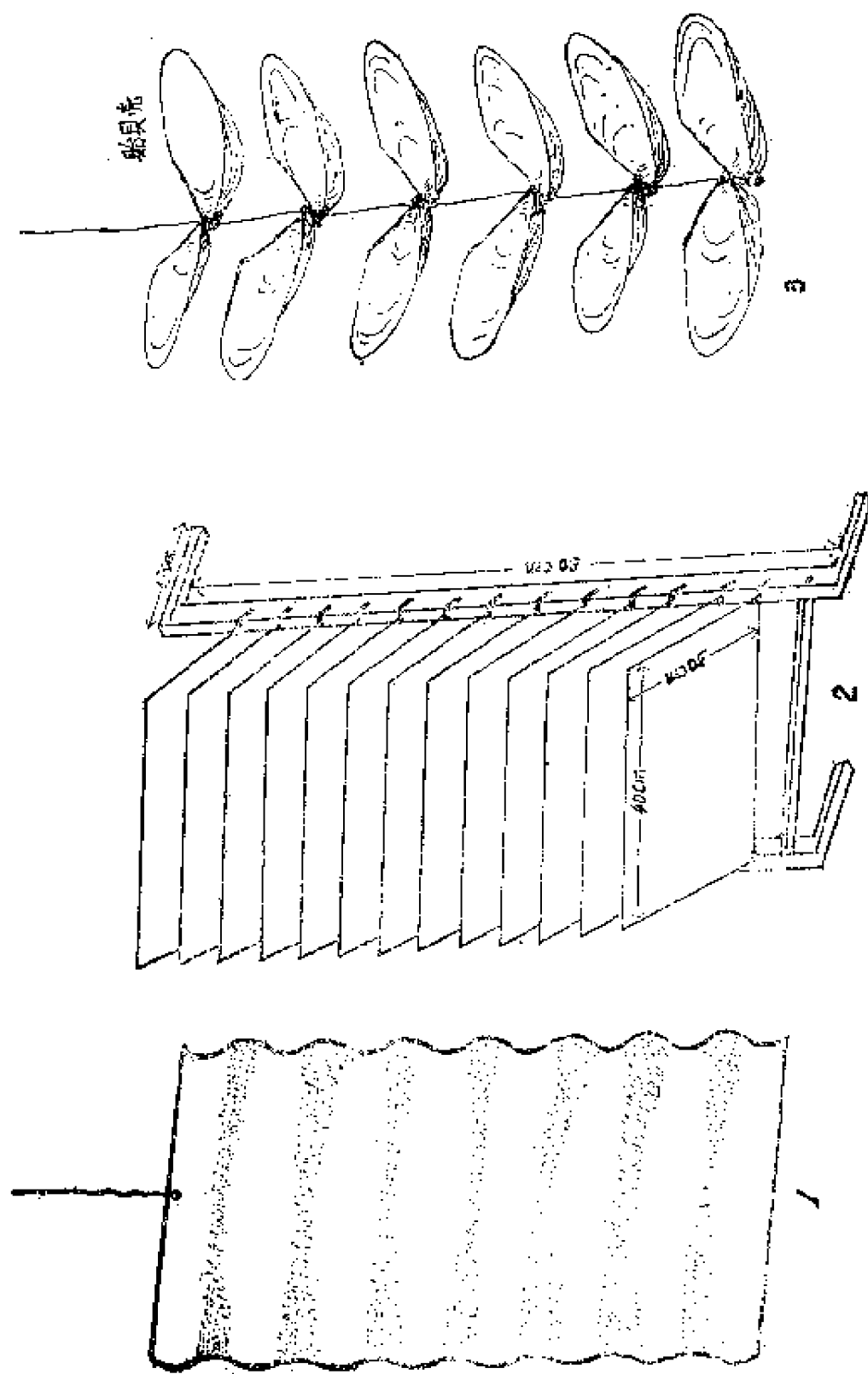
担轮幼虫孵出之后，多浮游在水体的中、上层，这时可用胶皮管从上部吸水，把担轮幼虫吸出，放入较大的水池中培养，弃掉缸底1/5~1/4水体，以便把死胚和不健康的幼虫清除。

5. 幼体培养：

担轮幼虫自由游动生活10多个小时，即变态为面盘幼虫，面盘幼虫有一个极薄的瓜子形壳，这时可以用网箱进行换水。面盘幼虫生活1~2天，生出足，开始进行匍匐爬行，这时面盘仍很发达，幼虫还有游泳能力。3~5天之后，面盘消失，幼虫完全进入匍匐生活。

（1）采苗：面盘幼虫自由游动生活1~2天后，足生成之前，要及时投放采苗器进行采苗。采苗器为经过消毒处理的陶土瓦片、贝壳串、波纹塑料板和各种形式的塑料板等（图二十四）。

（2）换水：鲍鱼生活在水清、流大、水质新鲜的自然环境中，耗氧量大，因此，人工池内培养必须经常换水，保持水体流动，水质新鲜，满足其生活必须的条件，才能正常生长、发育。



图二十四 鲍鱼采苗器

1. 波纹采苗板 (0.2—0.3厘米厚的塑料板30×40厘米) 2. 床式斜片 (塑料板) 采苗板 3. 蛤贝壳串采苗器

在面盘幼虫刚刚进入匍匐生活时，面盘尚未完全消失，仍能自由游动，换水时需用网箱滤水进行，防止幼虫流失。

3～5 天面盘消失后，幼虫完全进入匍匐生活时，可用池底沙滤坑排水，池上喷水方式换水。一般一昼夜换水3—5次，总换水量为培养水体的 2—3 倍。随着幼虫生长，换水量逐渐增加到 4～5 倍。

（3）投饵：面盘幼虫进入匍匐生活之前，一般不需要投饵，开始匍匐生活之后，消化系统完全形成，就需要及时投饵。匍匐幼虫以舐食附着性的微小藻类为食，因此，采苗器上必需有充分的适宜饵料，才能供给幼虫舐食。目前，各试验研究单位培养鲍鱼幼虫饵料的方式有如下几种：

A、附着性硅藻：人工培养附着性硅藻有舟形藻、弯杆藻、月形藻等，把采苗器（瓦片、贝壳、塑料板等）放在藻类培养池中，几天或十几天，采苗器即附着大量藻类，待鲍鱼面盘幼虫出现之后，取出采苗器悬挂或用架子支撑竖放在池底进行采苗，幼虫进入匍匐生活时即可以舐食附着板上饵料。随着匍匐幼虫的生长，摄食量逐渐增大，附着性硅藻相应减少。此时需要经常向池内投放饵料，或者在培养池中加入适量的营养盐，给以适量的光线，促进藻类的繁殖，以保证饵料的供给。也可以在培养池中增添新的附有藻类塑料板，使其与附着匍匐幼虫的采苗板相接触，使幼虫爬到新的塑料板上生活。

B、利用裙带菜，浒苔，石蓴的孢子、配子体、幼小孢子体做饵料：即先用采苗器采集上述藻类的孢子，再用来采集鲍鱼的匍匐幼虫，这样匍匐幼虫可以舐食孢子为食。随着匍匐幼虫的生长，没有被舐食的孢子便萌发成雌雄配子体，

(仍然很小)仍可供舐食。雌雄配子体生活20~30天后,长出小孢子体,随着匍匐幼虫的生长,“饵料”也不断生长,可以连续供给。特别是浒苔、石莴为浅海自然生长的藻类,适应性强,有利在室内培养。在匍匐幼虫培养的过程中,也应采集孢子2—3次,以防止饵料不足。同时也要给以适量的营养盐促使生长。

C、扁藻:附着性硅藻多适于低温(20℃以内)水培养,在培养水温较高时,繁殖速度较慢,且易死亡。还有一些海区无裙带菜生长,或其它藻类放散孢子的时间与鲍鱼的孵化季节不一致,就很难采到适宜的饵料。扁藻适温范围广,繁殖速度快,又有附壁的特性,因此大量培养,多投喂,在培育池适当压低光线促进扁藻附壁的数量,可以使匍匐幼虫得到充足的饵料。

四、幼鲍养殖和生长

1. 幼鲍生长:匍匐幼虫生长30天壳长可达0.5毫米,正常饲养45—50天壳长达到2毫米左右,形成第一个呼吸孔,称为稚鲍。稚鲍壳颜色多样,色泽鲜艳,养殖3—4个月后可长到7—8毫米,幼鲍有明显的避光性,白天多隐居在阴暗处活动。这时需从采苗器上取下来进行疏散养殖。经过一年周年的养殖,幼鲍壳长可达2.5厘米,二周壳长可达4.5厘米。

2. 幼鲍养殖:

(1) 室内水池养殖:即在水池中放入一定数量的幼鲍,每2—3日投喂一次饵料,饵料一般为细嫩海带、裙带菜的碎块或马尾藻的碎块等。下次投饵时要把前次剩下的饵料取出以免影响水质。培养池水体采取长流水或定时换水的

方法，每天换水量为水体的 2—3 倍。但冬季水温较低，可适当减少换水数量。

(2) 海上筏式笼养：即用厚 0.4—0.5 毫米的塑料板制成上下底边各为 50 厘米，高 20 厘米的三角柱形笼子，笼子上、下底和各边每隔 5—7 厘米钻一个直径为 0.5 厘米的圆孔，流通海水，每周观察一次并加饵料。

(3) 标志放流：用细铜丝穿入 1 厘米以上的幼鲍的呼吸孔，拴上 1×0.5 厘米的红或绿色的塑料牌，进行海底放养，观察鲍鱼的生长活动及其繁殖等情况。

到目前为止，我国沿海各省市虽有许多单位研究鲍鱼人工育苗和养殖技术，但是，多数处在试验阶段。

五、采捕与加工

采捕鲍鱼，一般以裸潜或重潜采捕，采捕人员均手持长约 30 厘米，宽 3—4 厘米，厚 1.5—2 厘米的微弓形的钢铲，在水下发现鲍鱼时(动或静)，乘其不备，沿鲍鱼固着的岩石面猛铲过去，方可取下。我国目前均以采捕自然生长的鲍鱼生产，采捕时间多在自然繁殖季节。长岛县渔民有 5 月(阴历)鲍鱼爬床说法，即由石洞里出来觅食，是采捕鲍鱼的大好时机。近年来因资源数量锐减，为了加强对鲍鱼资源的繁殖保护，各地生产时间推迟到繁殖期之后，同时捕捞规格和数量也有了严格的限制。

鲍鱼一般多加工成干品出售。加工时用竹片先将壳除去，再除去内脏，然后放入缸内用 10% 的食盐水浸泡 3—5 小时，取出搓去足周边的黑斑色素，洗净煮熟，再放入海水中冲洗晒干即可。鲍鱼新鲜，加工及时；干晒时无阴雨阻隔，制成的干品色泽淡黄，质量好，称为“明鲍”，如果处

理不好，受潮，发霉，制成的干品易失去光泽，呈灰黄色，称为“灰鲍”。

鲍鱼的加工除干制品以外，还可以制成罐头，鲍鱼罐头美味可口，但目前因为鲍鱼产量很少，没有大量制罐。

第四章 常用海洋浮游藻类的培养

海洋浮游藻类培养研究的历史约有30余年，据报道，用于牡蛎、泥蚶、贻贝、海参等幼体饵料的种类主要有单鞭金藻、等鞭金藻、扁藻、盐藻、小球藻、绿球藻、小新月菱形藻、三角褐指藻、骨条藻及小形角毛藻等。

随着海水养殖事业中人工育苗的发展对活体饵料需要愈来愈迫切。自1958年以来，我国先后对扁藻、盐藻、小球藻、小新月菱形藻、三角褐指藻、骨条藻等进行过培养研究工作，取得了一定成绩。近年来，随着海水养殖事业的发展，1975年我所和乳山县贝类养殖试验场在泥蚶人工育苗过程中发现和应用了牟氏角毛藻，1976年又从福建省东山县鲍珠站引进了一种“微型绿球藻”（未定种），这两种藻类个体小（2—7微米）繁殖力强，适温范围广，有利于扇贝、海参幼体摄食，对提高人工育苗有很大的促进作用。

今就扇贝、海参幼体饵料培养综合介绍如下，供参考。

一、浮游藻类用作贝类幼体饵料应具备的条件

1. 个体小，易被培养幼体所吞食。
2. 浮游或底栖与所培养的幼体生活习性相一致。
3. 生殖周期短，繁殖速度快，容易培养。
4. 容易被幼体消化吸收，营养价值较高。
5. 代谢物无毒，不致影响水质。

二、培养浮游藻类应具备的条件

浮游藻类的生长，繁殖有一定的规律性，如果以时间作

横坐标，藻细胞数作纵坐标，则表现出一定的生长曲线，通常将此曲线分成四个阶段，即：（1）延缓期（适应阶段）—接种后尚未繁殖，藻细胞数未增加。

（2）指数生长期（增长阶段）—藻细胞迅速生长繁殖，藻体个数按倍数增加。

（3）静止期（平衡阶段）—由于营养的消耗，自身代谢，敌害生物的影响，藻体繁殖速度下降，增加和死亡数趋于平衡。

（4）衰亡期（死亡阶段）—死亡数超过繁殖数。

培养藻类一般要求是：应尽量缩短延缓期，迅速进入指数生长期。因此，除选择优良的藻种外，还必须给以良好的环境条件。

1. 适宜的光照：光照是光合作用能量的来源。浮游藻类的光合作用在适光范围内与光强成正比。一般浮游藻类的光合作用效率夏季最强，冬季最弱，一日当中上午11点至下午4点最强。

2. 适宜的温度：温度是影响浮游藻类的光合作用、细胞分裂和生长的重要因素，但是，每种藻类所要求的适温范围都有差异，例如：三角褐指藻在水温18—20℃时光合作用率最高，低于6℃高于23℃时则显著下降。牟氏角毛藻，微型绿球藻在水温为10—37℃都能繁殖生长，水温为20—30℃繁殖速度最快，因此，根据培养幼虫的需要，选择适宜的藻类进行培养时，既要有充足的阳光，又要控制培养液水温的变化，在适温范围内，光合作用效率高，繁殖速度快。

3. 足够的营养盐：培养液中氮、磷、钾、钠、硅、铁、锰、钴等都是海洋浮游藻类生长、发育、繁殖不可缺少的

营养元素。目前培养液中应用的营养盐有无机盐和有机盐两种。

常用无机盐以硝酸盐和磷酸盐为主。有机肥主要为煮沸的人尿。有时利用加工贝类的汤煮沸，过滤后使用。

4. 搅动和增水：经常搅动培养藻类的水体可以增加二氧化碳的溶解量，减少浮游藻类的沉淀和附壁，使藻细胞在培养池中分布均匀，提高光合作用率。

培养时间长，藻细胞密度大，则应加新鲜海水。如果暂时还不需用时，应从容器的底部用虹吸法排除 $1/5 \sim 1/4$ 藻液，然后增水，施肥，防止老化，连续培养。

5. 防止污染：藻种不纯，环境不清洁，操作方法不当都能引起污染。因此：

(1) 尽量选择纯种藻液，接种培养。

(2) 严格过滤，净化海水。

(3) 用具必须严格消毒，专人管理，严格操作规章制度。

三、藻种的分离技术

藻种来源有两种方式：一是有外单位引种，二是自己从自然港湾海水中的混杂藻群中分离。引种比较方便，引来后进行扩大培养即可。自己分离藻种比较复杂，但是分离出来的藻种多是既适宜当地海区生长、繁殖，易于培养，又适合当地贝类幼体摄食的种类，好处很多。由当地海湾取回水样后，应立即进行显微镜检查，如果发现所需要的藻种数量较多时，应立即进行分离培养，如果数量较少，分离有困难时，则应进行丰富培养后再分离。丰富培养用的容器多为三角烧瓶，加入培养液，然后包扎瓶口，放在室内有光处（避

免直射光），一周后即可繁殖起来。

藻种分离法常用的有三种：

1. 微细管分离法：选直径为5毫米的细玻璃管，加热拉成口径极细的微吸管，吸管一端接一长约30厘米细而柔软的乳胶管，胶管另一头再插入一小段玻璃管可衔在嘴里做吸引用。将浓稀适度的藻液置于浅凹载玻片上，镜检，用微细管挑选要分离的藻体。分离要反复进行，直至分离出纯种为止，然后移入培养液中进行培养。

2. 琼脂平板基分离法：取琼脂10—15克，海水1,000毫升煮沸溶化，加入营养盐调节pH值为7.5~8.5，经灭菌处理后，即可使用。倒入无菌培养皿中凝成平面，将藻液移入2—3毫升于平面上，均匀涂平。或用接种环蘸取藻液，用划线分离法在培养基平面上做平行划线。接种后，在适宜的光和温度下培养。一周后，培养基上出现不同的藻群。通过镜检，选取要分离的种群用无菌玻璃针取出，移入三角烧瓶中培养。经过一段时间后观察，是否纯化。如不纯，可反复分离多次，至纯为止。

3. 滤膜分离法：选平均孔径为1微米大小的滤膜，装入砂芯玻璃滤器中，然后取自然海水用真空抽气过滤法过滤（海水事先应经过25号筛绢过滤，以除去较大的杂物）。取下滤膜附在琼脂培养基上培养。几天后，滤膜上长出不同的种群，可用接种环选出要分离的藻群，移入新的培养基上划线分离培养。需多次进行才能纯化。

以上三种方法，可根据设备条件选用。总之，分离藻种不可能一次就成功，需要做细致的工作。

四、藻种培养

获得的纯种，必须加强保管，进行繁殖，供扩大培养时引种。

培养藻种的容器都必须洗刷干净，消毒。如煮沸，70%的酒精浸洗或50—60ppm漂白粉浸泡等。培养用的海水应新鲜，清洁、煮沸，消毒后冷却使用。培养液中的营养盐类可根据培养的藻种选配，大同小异，目前常用的配方如下：

1. 用于扁藻，微型绿球藻：

硝酸铵 (NH_4NO_3)	50—80毫克
磷酸氢二钾 (K_2HPO_4)	5 毫克
柠檬酸铁 ($\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.5毫克
海水	1000毫升

2. 用于小新月菱形藻，三角褐指藻，牟氏角毛藻：

硝酸铵	30—50毫克
磷酸氢二钾	3 — 5 毫克
柠檬酸铁	0.3毫克
海水	1,000毫升

3. 用于盐藻

甲液：氯化钠 (NaCl)	5,000—10,000毫克
海水	500毫升
乙液：硝酸钠 (NaNO_3)	500毫克
磷酸氢二钾	50毫克
柠檬酸铁	1 毫克
海水	500毫升

用时甲、乙两液混合使用。

以上均为无机盐类。但是，在实际使用过程中多加入有

机肥料，如发酵后的人尿、贻贝汤、烂鱼汤等经煮沸，消毒处理，过滤后使用。单独使用时，加尿量为4—5%毫升，用贝、鱼汤，8—20%（视浓度而定）。与无机盐混合使用时，无机盐用量减半后再加2—3%毫升的尿或加3—5%毫升的贝、鱼汤。使用效果均好。

五、藻种保存

经过分离，使用效果良好的藻种，必须注意保存，来年再用，既方便又经济。保存藻种通常用固体培养基或液体培养。即把接种在琼脂固体培养基或常用的培养液中，在弱光和低温下保存。

六、大面积培养和使用技术

在贝类育苗开始之前约一个月，即需要扩大培养保存的藻种，以便及时供给贝类幼体食物。饵料培养池，可因地制宜地建造。土池、水泥池均可，池子应不漏水，露天池上要有防雨设施。池子的利用主要考虑底面积，深度一般以50厘米为宜，过深透光性弱，不利藻类的繁殖。池子的大小应根据需要而定。位置设置地势要高，阳光充足，通风良好。如有条件以玻璃房为最好。

培养饵料用水通常用沙滤或网滤两种方法。目前的沙滤比较普遍，施肥按前述配方使用即可。

接藻种时间一般在上午8点至10点钟，接种量采用高比例（一般为培养水体的1/5—1/4）。数量多，繁殖快又能抑制敌害生物的繁殖。在正常情况下每天加水一次，并按加水数量加肥，一般培养3—4天，基本上繁殖满池，达到繁殖高峰时，扁藻每毫升有30~40万个细胞，三角褐指藻、牟氏角毛藻，微型绿球藻液每毫升能达到300~500万个细胞，这时即

可以投喂。

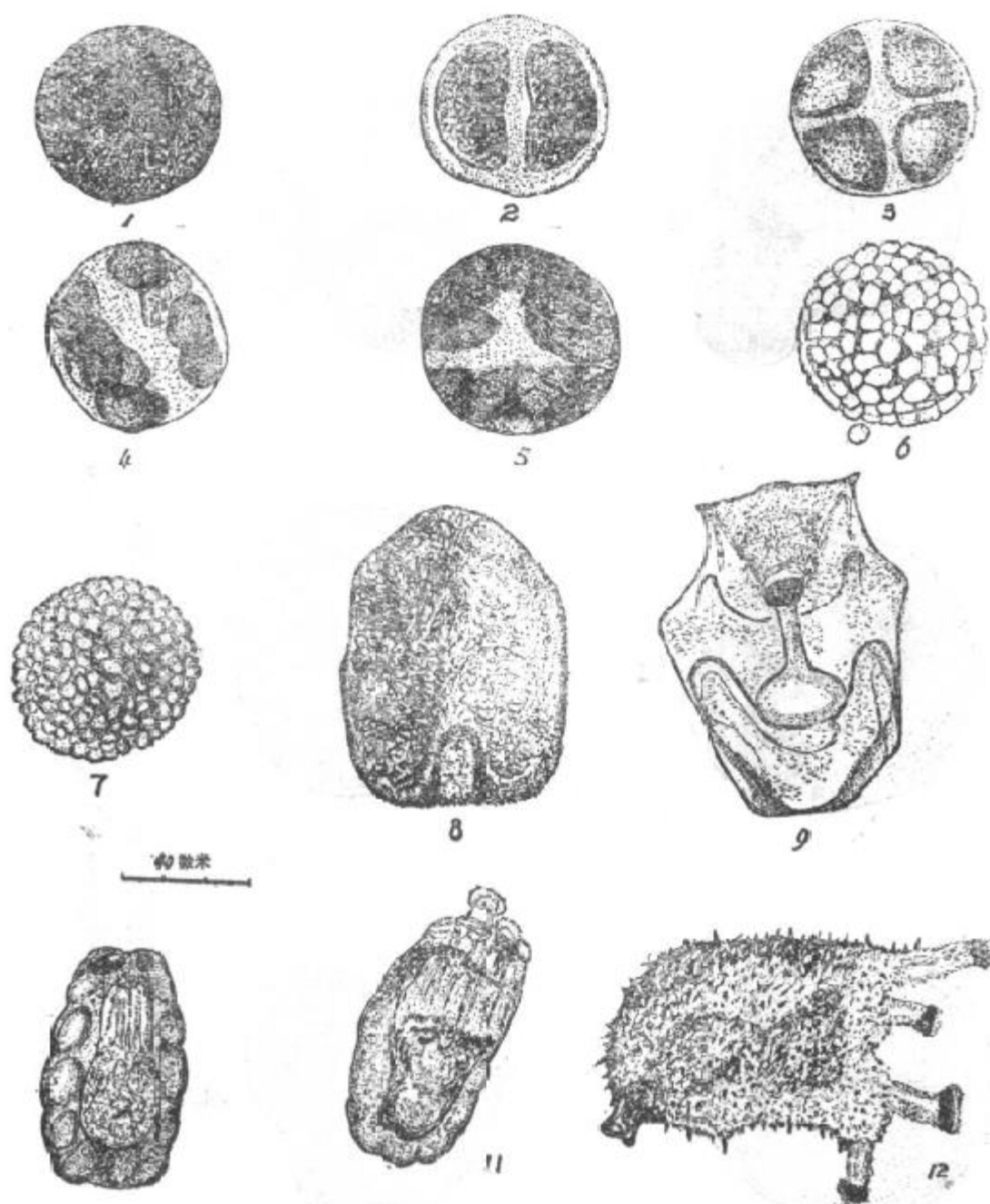
使用饵料时必须有充分的计划，在需要饵料投喂之前1—2天内，停止向饵料池中加水或加肥，保持藻液有较高的浓度，较少的营养盐，以达到有效投喂，又防止污染水体。

培养饵料，必须有严格的规章制度，专人负责，定时检查、专题记录，及时排除污染等，才能保证饵料培养工作顺利进行。

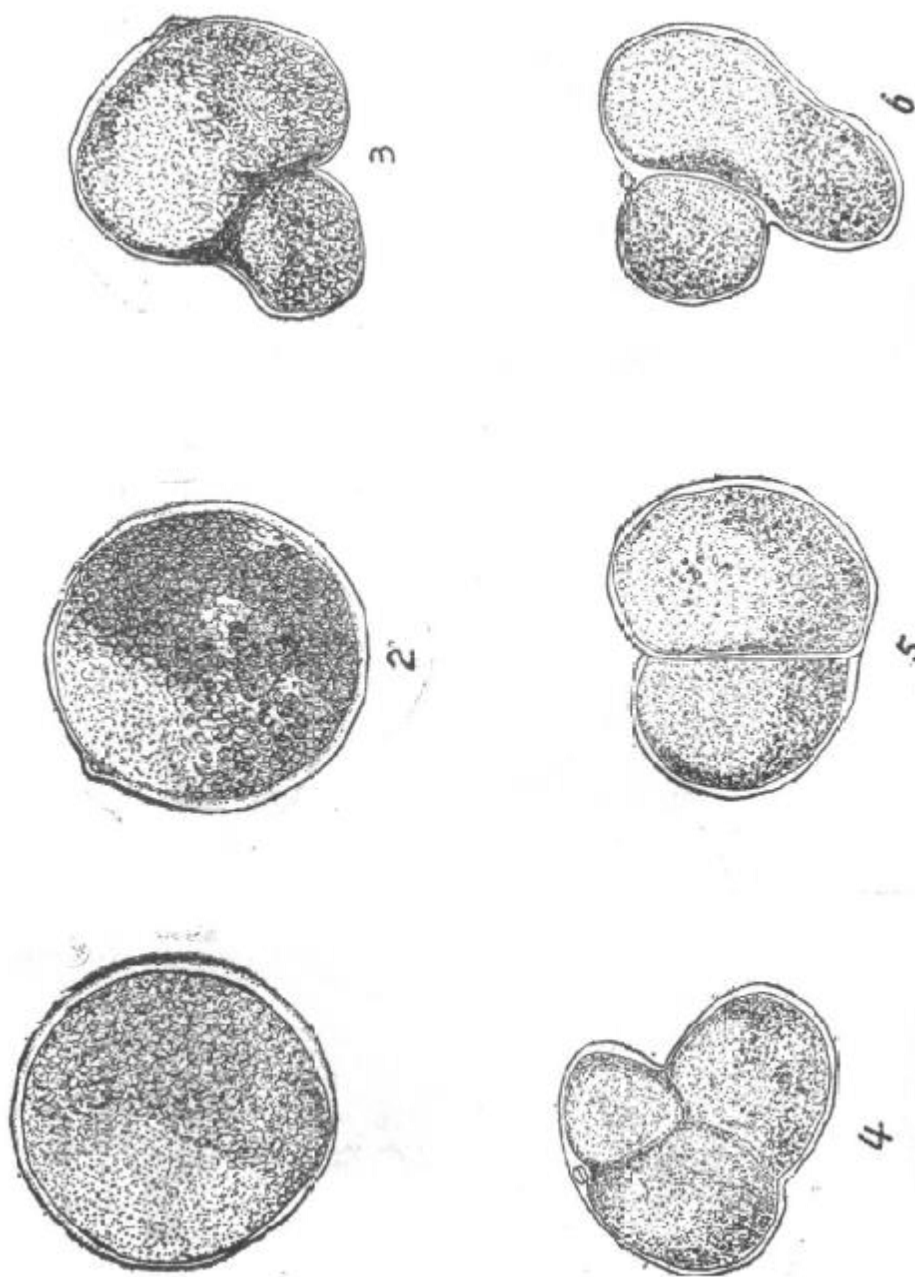
参 考 文 献

1. 无脊椎动物学，山东海洋学院主编，农业出版社
2. 贝类养殖学，山东海洋学院等合编，农业出版社
3. 张玺等：中国经济动物志，科学出版社，1963
4. 廖玉麟：西沙群岛的棘皮动物，海洋科学集刊第10集，75年8月
5. 张凤瀛、吴宝铃等：刺参的人工养殖和增殖试验的初步报告。动物学杂志，1957. 2. (2)
6. 张玺、齐鍾彦、李洁民：栉孔扇贝的繁殖和生长。动物学报，1956年2期，225~253
7. 福建省水产研究所：渔业科技情报，1973，12期
8. 青岛海洋水产研究所：国外水产动态，1973，9
9. 王如才、高洁：栉孔扇贝人工育苗，半人工采苗和养成试验初报，山东水产学校《水产》1975年第一期
10. 解承林：介绍几种海洋浮游藻的培养方法，山东水产学校，1975年第一期

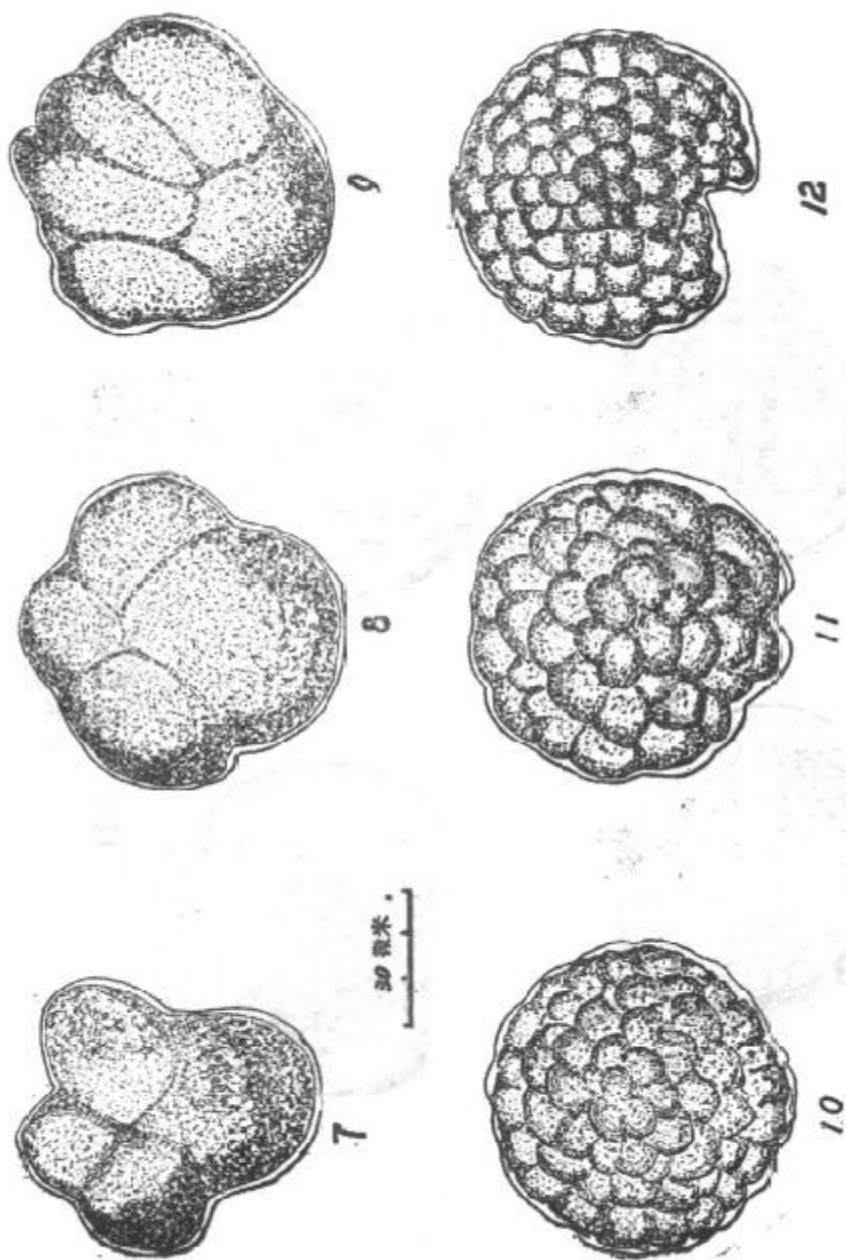
11. 烟台地区水产研究所等：刺参的人工育苗和养殖。
海洋科学集刊 第11集 1976年，12月
12. 陈木等：皱纹盘鲍人工育苗的初步研究，动物学报
1977. 3 .
13. 烟台地区水产研究所等，皱纹盘鲍人工孵化育苗试
验报告。上海《水产科技情报》1976.11—12期
14. 稻叶传三郎1942，ナマコノ増殖，海洋ノ科学364—
369。
15. 《渔业》1973，11期 2—8（俄文）Zoosanoﬀ和
Deris 1963，RMOMOTO 1966
16. Mitsukuri, A. 1903, Note on the habits and
life of *Stichopus japonicus* Selenka *Ann Zool Jap* 5 : 1—
21



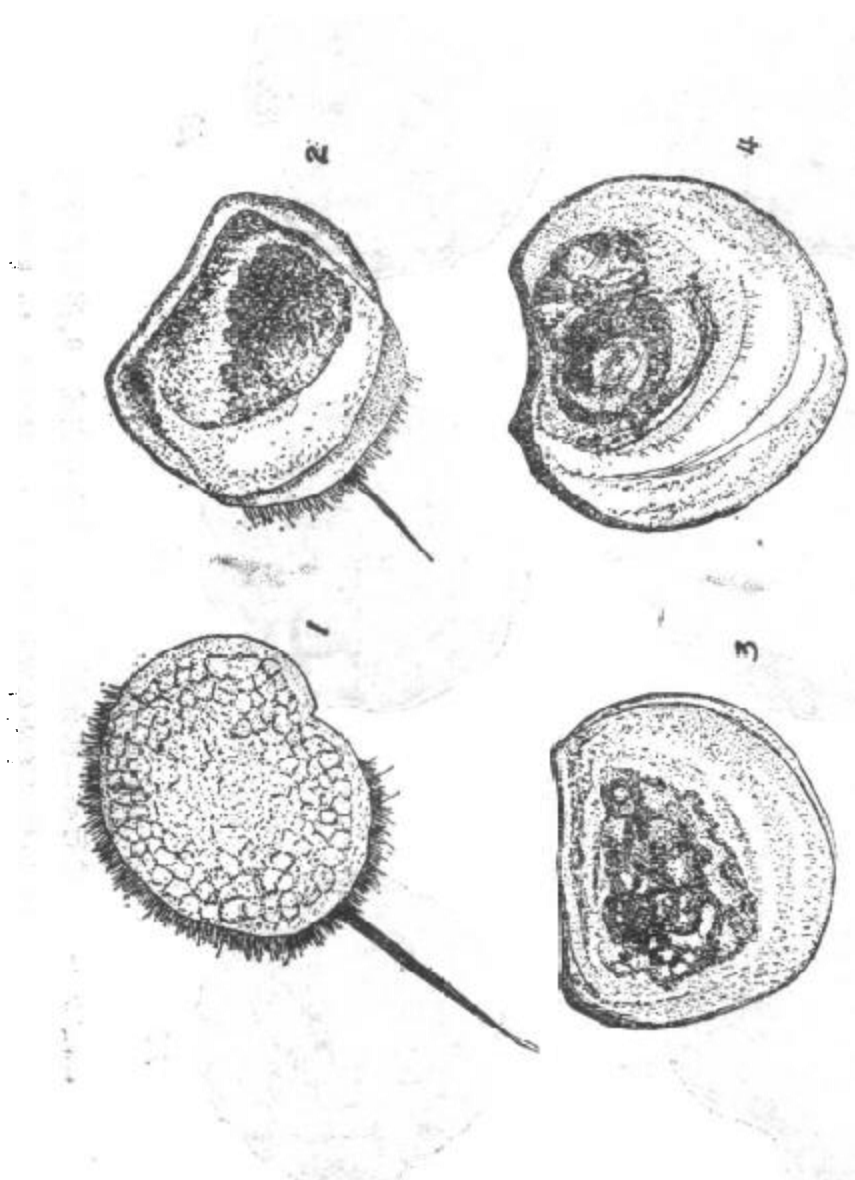
图版 I 1.受精卵 2.受精卵第一次分裂 3.第二次分裂 4.第三次分裂 5.第四次分裂 6.多细胞期 7.囊胚期 8.原肠期 9.初期耳状幼体 10.樽形幼虫 11.五触手幼虫 12.一个管足的稚参



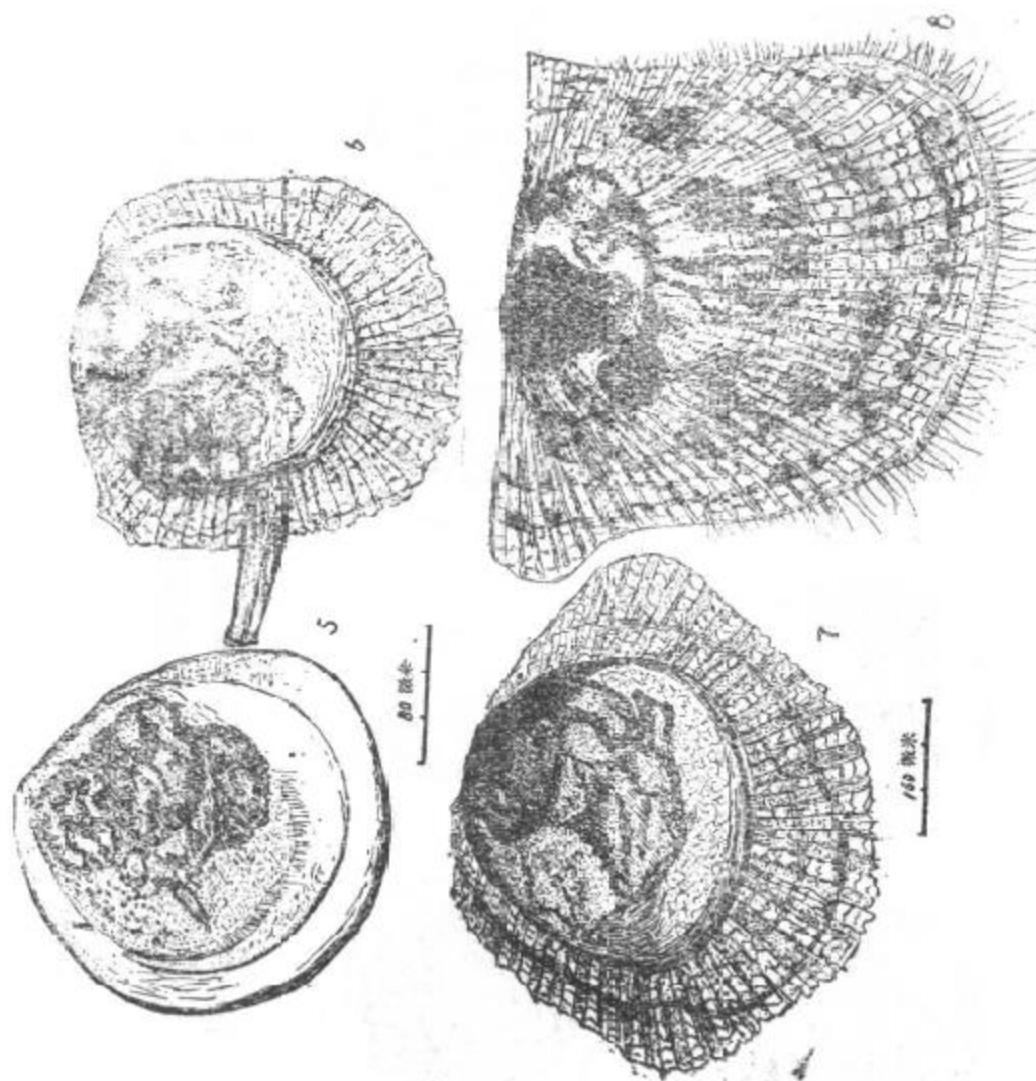
图版 I 1. 受精卵 2. 第一极体生出后的受精卵 3. 伸出第一极叶
4. 开始第一次分裂 5. 第一次分裂完成 6. 伸出第二极叶



7. 进行第二次分裂 8. 第二次分裂完成 9. 第三次分裂
10 受精卵继续分裂为桑椹期 11. 囊胚期 12. 原肠期



图版Ⅱ 1.担轮幼虫 2.活动的面盘幼虫 3.发育
6天的面盘幼虫 4.发育10天的面盘幼虫



5.发育15天的壳顶幼虫 6.发育20天的附着幼虫
7.发育22天的附着幼虫 8.发育29天形成稚贝