

贻贝人工育苗的研究*

中国科学院海洋研究所贝类实验生态组
山东省烟台地区海水养殖试验场

摘 要

无产阶级文化大革命以来,我国贻贝养殖事业又获得了迅速发展。根据生产需要,我们开展了人工育苗的研究工作。现已能在容积 3.2 米³的水泥池中育出 420 万个苗,平均 100 万个/米³水体以上,在烟台沿岸移至海上养育的保苗率约为 60%,显示了人工育苗向生产过渡的可能性。育苗条件为:前期喂褐指藻,平均每日约 8000 个细胞/毫升池水;后期喂扁藻,约 6000 个细胞/毫升池水;水温 11.0—17.5℃;海水通过细沙过筛,每天换水量前期约为培育总水体的 10%,后期约 15—40%;光强在 100 米烛以下。受精卵经两次水洗后,在 1250 粒/毫升水体密度情况下发育至担轮幼虫期,以 23+ 个/毫升池水的密度投入池中,至 21 天开始出现眼点幼虫,29 天开始附苗,41 天附苗结束。根据面盘幼虫有游向育苗池表层及降到底部的特性,特设计了管形换水器,将它平悬于池水的中下层排水。用煮沸和浸泡过的棕绳帘做采苗器,有利于幼虫的附着。人工苗附着后有逐渐上移的行为,因此采苗后的苗帘应按时倒置,以免幼苗过度集中。开始附苗后 20—30 天为采苗帘移到海上养育的适宜时间,再经 1—2 个月便可分苗养殖。

贻贝 (*Mytilus edulis* Linnaeus) 是一种栖息于近岸内湾的冷水性双壳类软体动物。具有生长快,产量高,繁殖力强等特点,因此是一种较好的浅海养殖对象,现在南北两半球均有一些国家养殖它^[1]。它的干肉,俗称“淡菜”,自古为我国人民所爱好。1958 年大跃进进一步促进了我国贻贝养殖的实践与研究,旅大、烟台、青岛等地均曾仿照海带养殖^[2]的方式进行了筏式养殖贻贝的试验,同时也进行了人工育苗及有关问题的研究^[3—6]。无产阶级文化大革命以来,在毛主席“**以粮为纲,全面发展**”的方针指引下,贻贝养殖业在各方面都得到很大的发展,除原有的贻贝产地^[7]普遍开展了养殖外,许多原来不产贻贝的海区,也进行了移苗养殖。因此,迫切需要通过人工育苗的途径解决种苗供应问题。

自本世纪 40 年代末 50 年代初,国际上对双壳类幼虫的培养方法和饵料问题开展了较多的研究。关于贻贝幼虫的培养及生态习性方面也进行了一些工作,但多局限于实验室内的小型实验,迄今尚未见到有关人工育苗的报告。

根据我国生产发展的需要,我们在过去工作的基础上,于 1972 年开始在烟台与生产部门

本文 1976 年 3 月 8 日收到。

* 参加本项工作的还有烟台地区水产研究所、烟台市西南村公社养殖场和烟台水产学校。

相结合进行了人工育苗试验。通过试验, 1973 年已能在一个 3.2 米³水池中育出 420 万个贻贝苗, 平均每毫升池水产苗 1 个以上。本文就是这些实验结果的初步总结。

一、材料与方 法

水池 室内混凝土水池, 长 3.07 米, 宽 1.06 米, 深 1.20 米, 使用容积 3.2 米³。

换水 海水引至水塔后, 沉淀 1—2 天, 由 10—12 厘米厚的细沙层(细沙径 100—250 微米)做成的滤水装置过滤后入池。池中废水经罩着筛绢套的换水器(图 1)排出池外。担轮幼虫入池时, 池水深 35 厘米。开始 6 天每天向池中增添新鲜海水约 10 厘米, 至水深达 100 厘米后, 逐日换水。在幼虫足生前, 每天换水量约为池内水体的 10%; 在幼虫即将附着至全部附着后的期间内, 为 15—40%(图 2)。

饵料 育苗初期主要喂褐指藻 (*Phaeodactylum tricornutum* Bohlin), 育苗后期主要喂扁

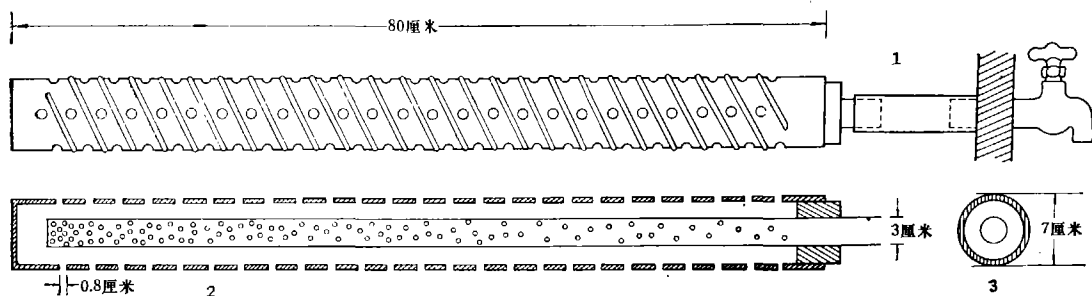


图 1 换水器 (1. 外形, 2. 纵切面, 3. 横切面)

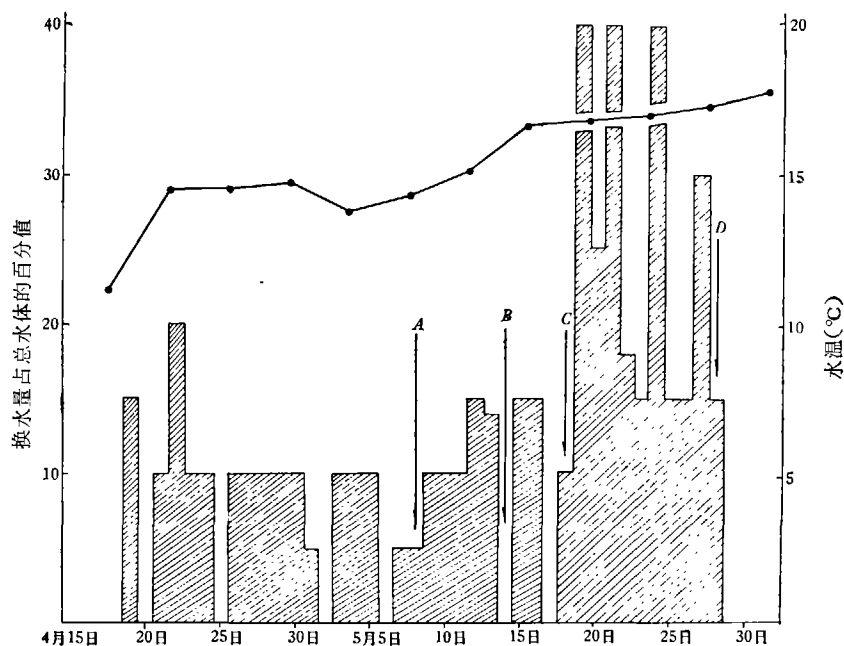


图 2 1973 年春贻贝育苗池换水量及水温(每四天的平均值)

(A. 出现眼点幼虫, B. 出现匍匐幼虫, C. 附苗开始, D. 附苗结束)

藻 [*Platymonas subcordiformis* (Wille) Hazen], 匍匐幼虫出现前, 平均每日喂褐指藻, 约为育苗水体每毫升 8000 个细胞; 匍匐幼虫出现后, 平均每日喂扁藻, 约为育苗水体每毫升 6000 个细胞。

水温 育苗期水温波动在 11.0—17.5℃ 之间。每日晨 8 时测定, 每 4 天的平均值在图 2 表示。池内水温的昼夜变化为 1℃ 左右。

光强 池面照度一般在 100 米烛以下。近窗口部位(北窗)短时间为 600 米烛。

亲贝及卵 选用当地产壳长 4.5—5.5 厘米的二龄贝为亲贝。用升温法刺激(10.2→18.0℃)得到的生殖细胞为材料。受精卵在每毫升海水含 1250 粒的密度情况下发育至担轮幼虫期, 以每毫升 67 个的密度投入育苗池培养。至第 6 天池水加满时, 接入池时的幼虫数计算, 密度为每毫升 23+ 个。

二、结 果

1. 育苗池中幼虫的发育与生长

试验从 1973 年 4 月 17 日受精, 4 月 18 日担轮幼虫入池开始, 至 5 月 28 日全部附苗结束为止, 共计 41 天。受精卵 2 天发育成壳长 92—95 微米的直线铰合幼虫, 16 天壳长增至 167 微米, 21 天开始出现眼点, 平均壳长 221 微米, 29 天开始附着, 41 天附苗结束, 平均壳长为 392 微米(图 3)。

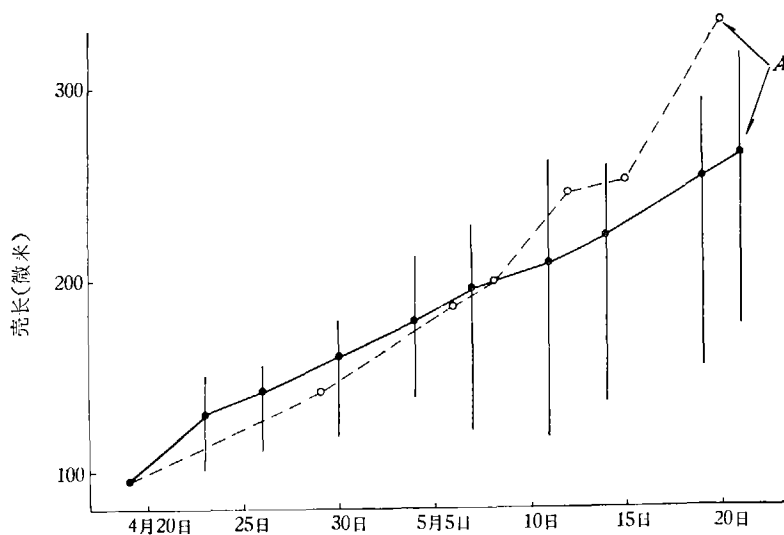


图 3 1973 年春育苗池幼虫的生长(实线)与 1972 年春实验室培育幼虫的生长(虚线)的比较

(圆点为平均值, 纵线为壳长范围(1973 年幼虫测定总数为 880 个), A 表示已有部分幼虫附着)

幼虫出现眼点时的个体大小并不一致。壳长 180—189 微米时, 只有极个别的有眼点; 随着个体的增大, 眼点幼虫的百分率增加; 壳长超过 240 微米的幼虫, 全部具有眼点(图 4)。幼虫变态成苗后, 眼点仍然存在, 我们见到的能看到眼点的苗最大者壳长 3.67 毫米。

幼虫变态时大小也不一致。变态附着时的壳长范围自 217—317 微米, 极大部分个体

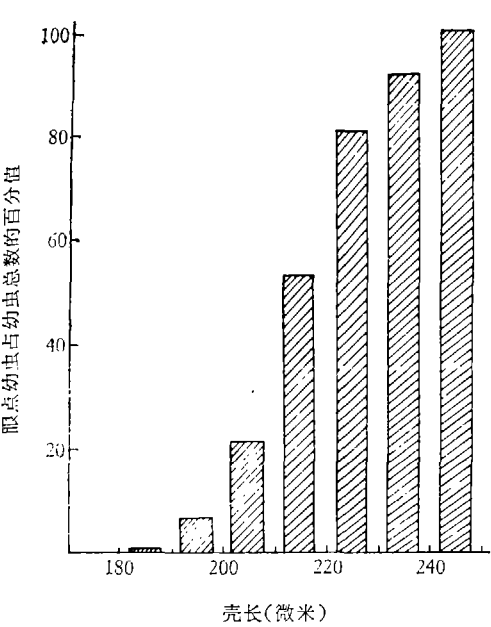


图 4 1973 年春不同大小贻贝幼虫中出现眼点幼虫的百分率 (在 190—239 微米各组中共测定 148 个幼虫)

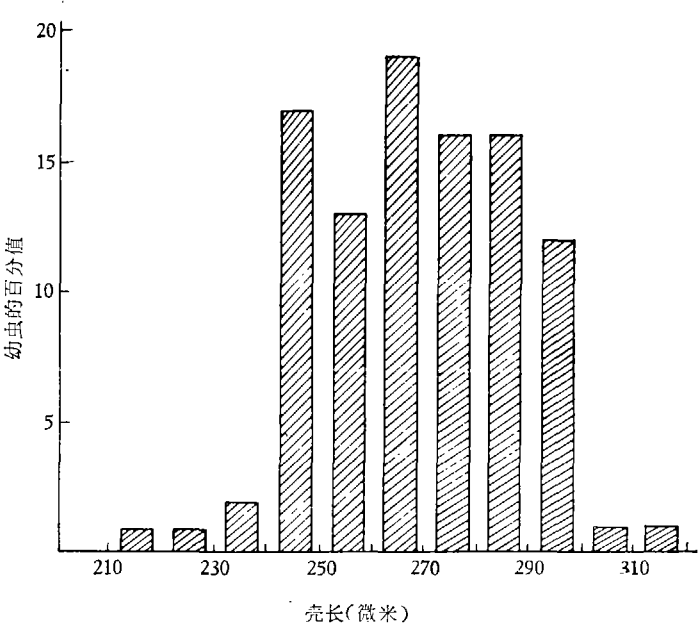


图 5 1973 年春贻贝幼虫附着时壳长的百分值分布 (总测定数 174 个)

(94%)是在壳长 240—299 微米时附着的(图 5)。

育苗池中幼虫数量随培育期的延长而递减,数量递减的主要原因是死亡造成的,少部分是由于换水时幼虫偶尔漏出所致。幼虫总数的急剧减少发生在入池后的第一个星期中,密度从 23 个/毫升降至 10 个/毫升,那段时间壳长平均值在 100—140 微米之间。第二个星期幼虫密度从 10 个/毫升降至 6 个/毫升。随着幼虫逐渐长大,死亡率也相应地减小。第 27 天开始出现匍匐幼虫时,密度为 5 个/毫升。至全部附苗结束后,平均每毫升水体育出 1.3 个苗。

2. 育苗池中幼虫的垂直分布和附着习性

垂直分布 育苗池中的幼虫在低于 100 米烛的照度条件下,无论是在较低水温 (7.2℃) 或一般培育水温 (14.5℃),也无论是早期面盘幼虫或壳顶隆起期幼虫,在垂直分布方面表现一定的趋势(表 1),即主要集中在池表层或近表层,其次为底层,中层数量明显减少。将各水层中取的幼虫样品进行壳长测量,未发现个体大小与分布水层之间有密切的相关。

表 1 1972 年秋贻贝幼虫在育苗池中的垂直分布

池 号	取 样 水 层 及 幼 虫 的 百 分 数					统计幼虫 总数(个)	取 样 口 期 及 时 间	水 温 (℃)	光 强 (米烛)	幼虫平均 壳 长 (微米)
	表层 <2 厘米	25厘米	50厘米	75厘米	池底 100厘米					
1	45	9	7	8	31	162	11月24日11:00	7.2	40	130
2	38	8	6	6	42	161	11月26日10:30	7.9	100	130
3	54	9	9	6	22	142	11月28日 9:00	9.0	<100	130
4	21	8	8	14	49	118	12月 1 日18:30	12.0	黑暗	130
平均	39	9	7	9	36					

附着习性 在育苗池中,用不同的和不同方法处理的器材进行采苗,观察幼虫对附着器的选择性。结果是:红棕绳编成的帘子(总面积以单绳面积总和计算)采苗量最大,其次为泡沫

表2 1972年秋应用不同采苗器材在育苗池中采苗效果比较

(1972年12月19日投放采苗器材,1973年3月5日检查总统计数11729个)

采 苗 器 材	单位面积采苗量(个/米 ²)
竹 帘	273
石 板	393
泡沫塑料板	923
红棕绳帘	1320

塑料板,而石板、竹帘等采苗量均不高(表2)。其他象牡蛎壳、文蛤壳、石块等均能见苗,但采苗效果较差。

其次,根据初步试验,如果将棕绳煮沸后浸泡,比未经煮沸单纯浸泡的采苗效果更好。经煮沸后再用含褐指藻的培养液浸泡的比未用褐指藻液浸泡的采苗量有明显的提高。1972年秋及1973年春的两次试验均得到同样的结果。

3. 人工苗的移动习性

上移 在育苗池中无论用那种采苗器材,都可以看到苗的上移活动。这种情况在池壁上尤为明显。池壁上的苗随着生长和池水的增添会越爬越高,有的甚至爬到高出水面的位置,如不将它刷下,就会干死。池壁苗的上移,使近水面处的池壁上形成一圈有一定宽度的附苗密集带。附苗密集带的宽度、附苗密度和苗的大小三者间有密切的相关(表3)。一般苗体越大,附苗密集带也越宽,单位面积附苗量就越小。而各池壁上的附苗密度实际上是近似的,每厘米²为2.3—2.9个。由于幼苗的上移行为,在采苗后,不得不按时倒置采苗棕帘,不然,幼苗会过度集中于棕帘的局部位置。

表3 池壁附苗密集带的宽度、附苗密度和苗体大小的关系
(1973年6月25日检查)

池 号	幼 苗 壳 长 (毫米)			附 苗 密 集 带	
	范 围	测量个体数	平 均 值	平均附苗密度 (个/厘米 ²)	宽度(厘米)
1	0.99—4.66	100	2.76	13	5.5
2	0.52—3.69	94	1.95	38	2.2
3	0.65—2.91	104	1.45	170	1.5

下移 幼苗从育苗池中移养到海上就表现下移行为。我们曾将采苗绳截成均等的4段,自海面向下,每隔1米深度垂挂1段。每一段又分顶、上、下、底4等分的部位计数。14天后,原先大致均匀分布的苗大部分(70%以上)向下移至每1段苗绳的下部及底部。4段采苗绳上得到近似的结果(表4)。遂即将苗绳倒置,使原4米水层的底部,转换为1米水层顶部的位

表4 1973年6月13日人工春苗移至海上2星期后的下移情况
(幼苗平均壳长1.70毫米)

水层及苗绳段别 苗数比值 (%)	1 米	2 米	3 米	4 米	各部位比值总和 (%)
	第 1 段	第 2 段	第 3 段	第 4 段	
顶	1.25	2.50	1.25	2.50	7.5
上	3.75	2.50	3.75	5.00	15.0
下	7.50	10.00	10.00	7.50	35.0
底	12.50	10.00	10.00	10.00	42.5

置, 再经 21 天后检查, 下移现象仍然存在, 但程度明显减轻。

4. 人工苗的生长和保苗率

根据 1973 年人工苗在育苗池内以及移至肥瘦不同的海区的生长材料整理为图 6 (移至养殖区后各次测量个体总数为 2066 个)。从图 6 所示群体组成的材料看来, 壳长 0.3—0.5 毫米时, 平均每日增长 25—30 微米; 0.5—1.0 毫米时, 增长 40—50 微米; 1.0—3.0 毫米时, 增长 90 微米左右; 3.0—5.0 毫米时, 增长 140—200 微米。

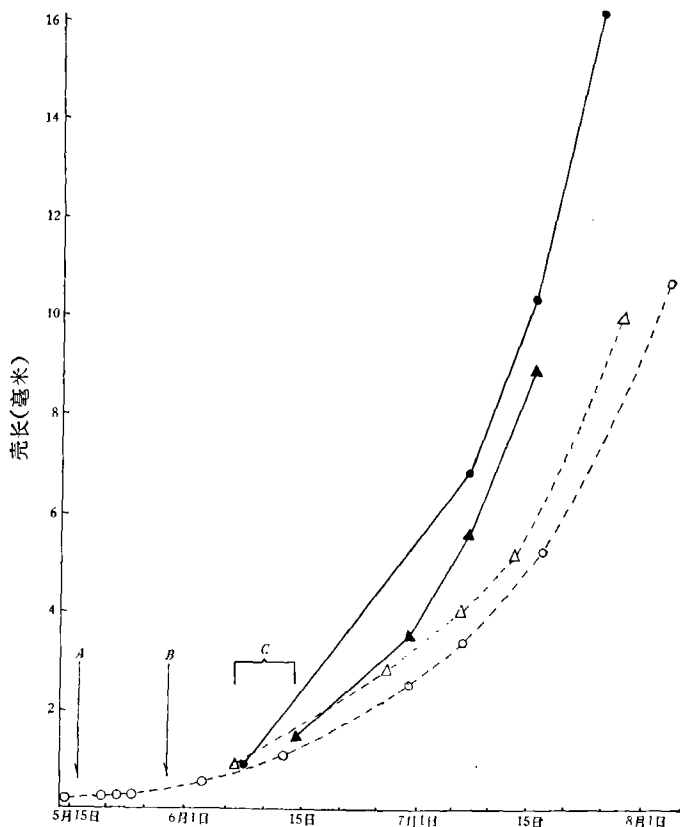


图 6 贻贝人工苗的生长曲线(1973 年, 烟台)

(实线表示幼苗移至肥区培育的生长曲线, 虚线表示幼苗移至较瘦区培育的生长曲线; ● 表示 25 号苗帘, ▲ 表示 29 号苗帘, ○ 表示 40 号苗帘, △ 表示 24 号苗帘, A 为附苗开始, B 为附苗完毕, C 为移至养殖区的日期)

另外的实验表明, 育苗池中采的幼苗, 如向海上移养过早, 因苗体较小, 活动频繁, 易从采苗器上脱落。移养过晚, 就会影响生长。同为 5 月 17 日投苗帘采的苗, 有的在第 25 天移养海上(每苗帘附苗 20 万个), 有的第 39 天移养海上(每苗帘附苗 10 万个), 至 7 月 6 日检查时, 前者平均壳长 3.34 毫米, 后者仅 2.40 毫米。

另外的实验还表明, 将不同附苗密度的苗帘, 垂养于同一海区。开始阶段生长值近似, 以后附苗密的生长显著缓慢(表 5)。附苗密集的苗帘随着生长会出现中空膨凸现象, 有些苗只靠足丝彼此互相附着, 苗本身已与棕帘脱离, 随时有成块脱落的危险, 必须立即分苗。

表 5 1973 年人工春苗附苗密度与生长的关系

采 苗 帘 号	移养海中日期	附 苗 数 量 (万)	移 养 海 中 后 23 天		移 养 海 中 后 48 天	
			平均壳长(毫米)	测 量 个 数	平均壳长(毫米)	测 量 个 数
41	6 月 14 日	25	6.96	92	10.04	163
25	6 月 7 日	2.5	6.50	105	16.09	41

幼苗从育苗池移至海上后,由于种种原因有些便脱离苗帘流失。保苗的程度,各海区有所不同。按在烟台试验的结果,保苗率约达 60%。这些人工苗以筏式垂养至翌年 9 月,壳长达 7 厘米左右,便可收获。

三、讨 论

1. 根据我们的观测,贻贝的幼虫在直线铰合幼虫时、出现眼点时及附着时的壳长分别为 92—95 微米、180—<240 微米及 217—317 微米。与 Loosanoff 和 Davis(1963)记录的 93 微米、205—<230 微米及 215—305 微米近似。就附着时的幼虫来说,我们人工培育的与同年 6—7 月在烟台近海采的壳长近似,但略大,前者分布中心在 270 微米左右,后者为 250 微米左右。当时海区水温为 15—23℃,而育苗时水温为 11.0—17.5℃。我们育苗池中幼虫的生长速度,大体与有些人^[6,8]在实验室内小型培育的近似。我们曾将 1972 年春及 1973 年春培育的贻贝苗以筏式垂绳养殖于烟台沿岸,其生长速度与自然苗相比没有什么差异,然而人工苗却较自然苗有提前 1 个月出苗的优点。根据这些比较,可以认为育苗池中生产的苗,发育情况及生长速度都是正常的。只要在目前单产的水平上保持稳产,那么在缺苗地区应用人工苗进行生产是有可能的。另外,在幼虫培育密度适当增加、饵料供应及换水更加充分的情况下,育苗池的单产水平还有可能较大幅度地提高^[1]。

2. 我们的育苗室光照较弱,一般在 100 米烛以下。幼苗在育苗池中的垂直分布状态一般为表层及底层较多,中层较少。这一点与 Bayne (1964b) 在黑暗条件下小型水体中测定的结果近似。这一特点对换水提供了方便,我们特设计了管形换水器,安装在育苗池的中下部,这样可以减轻换水时幼虫积聚于换水器表面的程度,以避免或减轻损害幼虫。

贻贝幼虫易附于丝状的基质上^[9,10]。我们的试验结果也证明由棕纤维纺成的采苗绳比石板、竹帘等易于附着。在育苗池的静水中幼苗初期是附于棕纤维的任意位置上,移至海上后,它们大多集中到棕毛丛中、几股棕纤维束的扭缝中或绳结缝中,与自然苗的附着状态甚一致。可以认为移至海上后的这种爬移是有助于附着和防止脱落的。由此看来,采苗器除应具有丝状结构外,还要富有易于使苗附着的位置。另外,根据上述情况判断,幼苗在移养海上以前,给予一定的动荡锻炼,可能会强化其附着。

3. 关于贻贝苗的上移活动,无论海上或室内已为人们注意到,关于下移活动,尚未见专文报道。在海上的自然苗中我们也未见到过下移现象。人工苗移到海上后的下移活动可能是较弱光线的培育条件所形成的一个特性,是初次移到海上在强光的刺激下对光产生负反应的结果。随着对光刺激的逐步适应,这种反应便逐渐减弱乃至消失。由此设想,初出池移到海上的

1) 1975 年春,我们又在 10 米³的育苗池中培育出 3000 多万个苗,开始应用于生产。

幼苗, 先垂吊于较深水层, 随着幼苗对光刺激的适应, 逐步移到浅水层, 或者幼苗出池前给予一段时间的强光锻炼, 这两种措施可能会对保苗有利。

4. 贻贝苗的生长过去已有些报道^[6,9-11], 但是关于幼苗的系统生长资料, 现在还不多见。我们通过人工苗的池中培育及海上养育, 将生长资料系统起来。由于培养条件不尽相同, 比较这些材料是困难的。大体说来, 从我们 1973 年材料看, 其生长速度与 De Blok 和 Geelen (1958) 的近似, 比其他人^[6,9,11]的都快。

根据幼苗的生长与密度、生长与出池日期等关系的材料分析, 附苗密度大时, 应早出池; 而根据幼苗越小移动越频繁的习性, 则个体大一些、迟一些出池为宜。综合这些情况, 我们初步考虑, 在每 1 苗帘育苗 5—20 万个的情况下, 自附苗开始日起算, 20—30 天移至海上为宜。海上养育约 1 个月, 就可分苗使其自行附于养殖绳上, 如为了包养用苗, 则苗帘附苗量应适当少些, 海上养育约 2 个月就可分苗养殖。

参 考 资 料

- [1] Maclean, J. L., *Austr. Fish. Pap.*, 1972, 20.
- [2] 曾呈奎、吴超元等, 海带养殖学, 1962, 科学出版社。
- [3] 张福绥, 动物学杂志, 1963, 3, 129—132.
- [4] 郭季芳等, 科学通报, 1959, 11, 368—369.
- [5] 郭继绪, 动物学杂志, 1959, 8, 341—345.
- [6] 蔡难儿, 海洋科学集刊, 1963, 4, 81—94.
- [7] 张玺、齐钟彦等, 中国经济动物志: 海产软体动物, 1962, 科学出版社。
- [8] Bayne, B. L., *Ophelia*, 1965, 2, 1—47.
- [9] —, *Journ. Anim. Ecol.*, **33** (1964a), 3, 513—523.
- [10] De Blok, J. W. & Geelen, H. J., *Arch. Néerl. Zool.*, 1958, 446—460.
- [11] Warren, A. E., *Journ. Biol. Bd. Can.*, 1936, 2, 89—94.
- [12] Bayne, B. L., *Oikos*, 1964b, 15, 162—174.
- [13] Loosanoff, V. L. & Davis, H. C., in F. S. Russel, *Advances in Marine Biology*, Academic Press, London and New York, 1963, 1, 1—36.