

烟台沿岸贻贝自然采苗及其有关问题的研究*

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
烟台地区水产研究所
烟台水产学校

在毛主席“备战、备荒、为人民”的方针指引下,我国广大渔民,意气风发,斗志昂扬,掀起了开发祖国海洋资源的热潮,沿海社队大力开展了贻贝(*Mytilus edulis* L.)养殖,原来生产中利用的自然苗日益感到不足,因而选定自然苗场、在一定季节投放采苗器材从事采苗,即所谓自然采苗(亦称半人工采苗),已成为生产中的当务之急。

就山东沿岸来说,烟台沿岸算是野生贻贝较“多”的海区。1972年以前,贻贝苗仅见于浪坝、码头、浮标及船底等处,附苗数量远不能满足生产的需要。为了解决自然苗源问题,在烟台地区水产局和科技办公室的领导下,1972年春我们开始调查研究。这以前,对烟台沿岸贻贝的繁殖规律、苗场位置、采苗季节和水层以及所需器材等生产上急待解决的问题均不了解。正如毛主席指出的:“大略的调查和研究可以发现问题,提出问题,但是还不能解决问题。要解决问题,还须作系统的周密的调查工作和研究工作,这就是分析的过程”。遵照毛主席的教导,我们在向老渔民访问、学习的基础上,在烟台沿岸进行调查研究。现在将与采苗密切相关的几个问题如生殖期(根据肥满度判断)、浮游幼虫、附苗季节、挂采苗绳时期、幼苗移动、附苗水层、苗场位置及采苗器材等,分别叙述如下。

一、肥满度与干鲜比值

双壳类肥满度的变化通常与其生殖周期(性腺发育及性细胞排放)密切相关。肥满度的变化情况是确定收获期和判断生殖期的重要生物学根据。干鲜比值则是确定收获期及计划生产的直接依据。

(一) 材料和方法

材料共有三批: 1972年5月24日至1973年5月23日用1972年3—4月采自烟台港及旅大市的野生二龄贝(1971年生),包附于棕绳,养在烟台金沟湾的浮筏上;1973年

* 中国科学院海洋研究所调查报告第397号。

5月29日至9月13日用的材料是1972年在芝罘湾海带浮梗上采的自然春苗,当年9月分苗包附于棕绳养于金沟湾的。为便于比较起见,1973年3月1日至8月8日又采用1972年人工培育的春苗做材料,这批人工苗是1972年8月31日至9月1日分苗养于金沟湾的。先后取样的贻贝壳长为4.0—9.5厘米。

测定双壳类肥满度的方法有多种,考虑到结果的准确性及操作的简易性,我们以干肉重及壳重的比值来表示它。取样间隔时间视季节而异,一般每周一次,每次取样50个。样品洗净、蒸熟、剥肉、去足丝,后在阳光下晒干。干品再置于烘箱内在60—70℃的温度下烘48小时(直至不再减重),最后称重。贝壳在阳光下充分晒干后直接称重。

干鲜比值是新鲜贻贝出干肉的百分率。干肉的制备法已如前述,新鲜贻贝是将壳上的附着物清除洗净、去足丝后称重。

本文中称当年生的贻贝为一龄贝(一般为7—8个月),前一年生的为二龄贝,其余依此类推。

(二) 结 果

1. 肥满度

从1973年的材料看来(图1),金沟湾的二龄贝至3月底4月初软体部略转消瘦,以后又增肥,4月中旬达高峰,以后又开始消瘦,至5月初消瘦更甚。5月中旬又开始增肥,但恢复不到4月中旬那样的肥满程度。6月初前后又急剧消瘦,后微见恢复,以后又继续消瘦,6月底7月初为一年中最瘦的时期,肥满度仅11%左右。再后还会出现一个恢复与消瘦的周期,这以后便逐渐增肥。

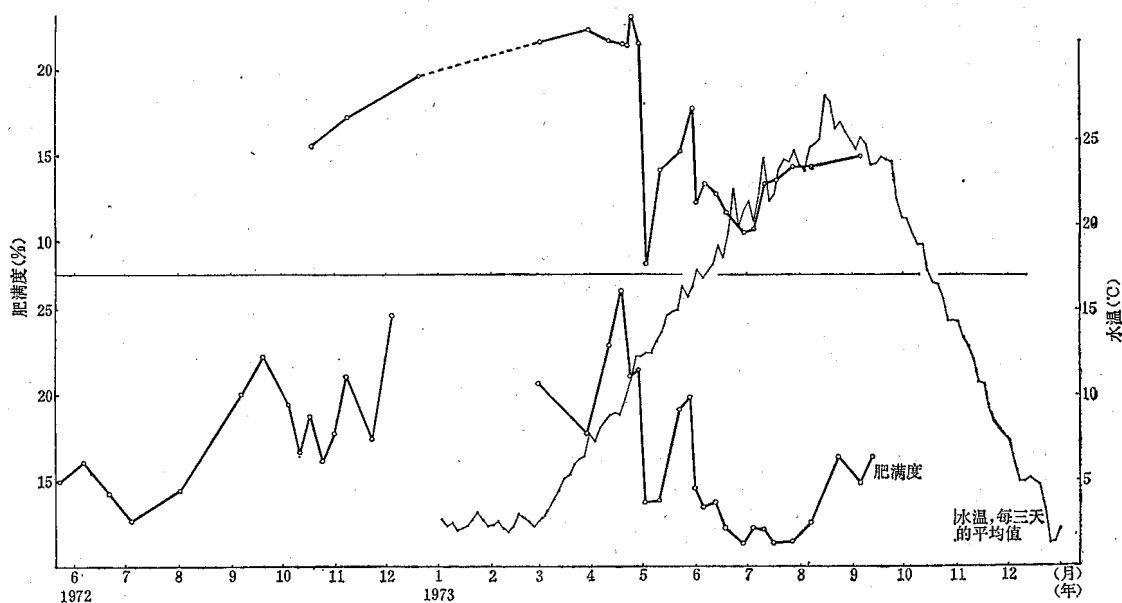


图1 烟台金沟湾贻贝肥满度的季节变化
上、1972年人工春苗
下、1971年自然春苗

1972 年的材料,取样的时间间距略长,但 6 月初的一次略恢复,6 月底 7 月初的一次特别消瘦,以及 7 月初以后逐渐增肥的变化情况,与 1973 年的材料基本相似。秋季 9 月中旬贻贝比较肥满,以后开始消瘦,10 月中旬短时间略微恢复,很快又消瘦下去。10 月下旬又逐渐恢复,11 月上旬又达一高峰,11 月下旬又消瘦一次。此后逐渐肥满起来。

1972 年春人工培养的贻贝苗,当年秋季肥满度一直上升,未出现二龄贝那样的消瘦现象。翌年 3 月底 4 月初也未出现一次消瘦。再后的肥满度变化情况与前一年生的基本相同。

从上述材料看来,金沟湾浮筏养殖的二龄贻贝,在 4—7 月及 10—11 月期间,消瘦与增肥现象交互出现,变化周期大致为一个月。肥满度升至 20% 以上的肥满期一年中有两次,一次在 9 月,为时较短;另一次在 12 月至翌年 4 月,为时较长。三龄贝在 3 月底 4 月初出现一次消瘦,使肥满度降至 20% 以下。肥满度降至 15% 以下的消瘦期一年也有两次,第一次出现于 5 月上旬,为时较短;第二次在 6—8 月(7 月份有时降至 10% 左右),这次持续时间较长。

2. 干鲜比值

商品的干贻贝肉,俗称“淡菜”,干鲜比值是指鲜品贻贝的淡菜出成率,生产部门对此特别重视。干鲜比值的季节变化趋势与肥满度大致相同(图 2)金沟湾贻贝干鲜比值的变化范围为 3.0—8.6%。干鲜比值达 7% 以上的时期一年中也有两个:一在 9 月,为时较短;另一在 12 月至翌年 4 月,为时较长。大致说来,5—8 月在 5% 以下,9 月至翌年 4 月在 5% 以上,一年中只有 6 月中至 7 月在 4% 以下。

制一斤干肉所需熟肉的斤数,因熟肉的含水量而异。根据我们周年试验的结果,为 3.0—4.9 斤,平均 3.7 斤。一般说来,肥满度大时蒸出的熟肉含水量少,蒸出熟肉含水量多的个体通常肥满度小。反之,不一定是这样。

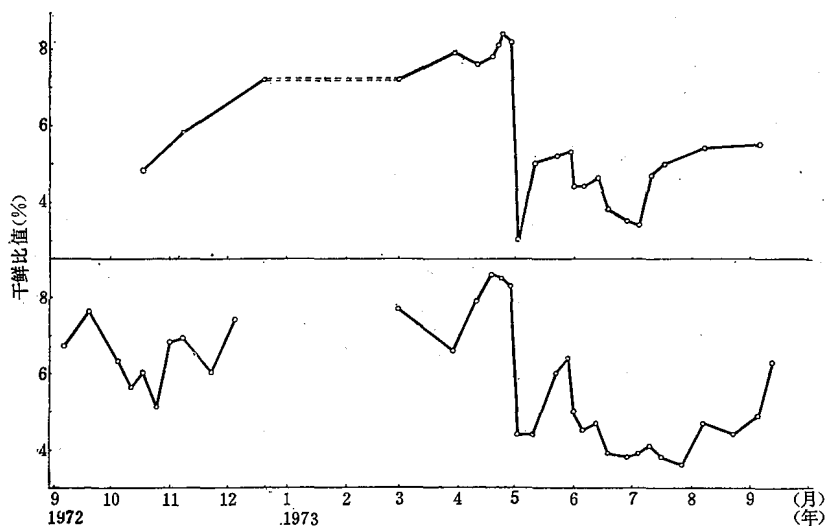


图 2 烟台金沟湾贻贝干鲜比值的季节变化
上、1972 年人工春苗养殖的贻贝
下、1971 年自然春苗养殖的贻贝

(三) 讨 论

根据肥满度及干鲜比值的季节变化规律,烟台贻贝每年可考虑收获两次:一次为3—4月,这时收的贻贝个体较小,但肥满度较好;为了不使养殖筏空闲,秋季分苗养殖时,可适当密挂养殖绳,翌年3—4月根据情况间收,保留部分养殖绳待秋季收获。另一次为9月,这时刚好分苗养殖一周年,贻贝个体较大。收获后的养殖筏随即重新养殖新贝苗。

根据1972年和1973年肥满度的材料与我们平时的观察判断,一年中烟台贻贝性腺的发育及性细胞的成熟,是分批多次排放精卵的。春夏期间贻贝群体排放精卵较明显的有两次。一次是在4月下旬至5月初,这时海上表层水温从8℃急剧上升至12℃(图1)。这一次排放的数量最多。这是由于在低温的冬季及早春性细胞长期发育与积累,体内已有较多储备的缘故。一旦外界条件适宜(通常主要是温度条件),便大量排放出来。另一次是在5月底6月初,排放的数量比前次少。这与这次排放前的性腺恢复不到前次排放前的丰满程度(图1)因而储备的成熟精卵较少是一致的。这时期海上水温已上升至17℃左右,幼虫发育应当比前次快些。

第二次排放以后,性腺微显恢复,便又继续排放。排放的时间和个体不像前两次那样集中,这样自6月中一直延续至7月初。从肥满度缓慢递减的情况以及我们系统的观察来分析,在这个时期,贻贝群体是在不断的排放,但就个体来说,在某一段时间可能只有部分排放,并且每次排放的精卵数量也较少。这时期排放的卵属于晚期卵。

有些作者^[10,13,15]认为,水温上升达10—13℃时,贻贝开始排放精卵。烟台贻贝4月下旬至5月初那次较明显的大量排放精卵,正是表层水温从8℃急剧升至12℃时,这与上述水温基本相符,但有一个急剧上升的过程。从本文肥满度的材料看来,3月底4月初的早春时期,可能也曾排放过一定数量的精卵,尽管不像以后的一次那么多。那时的表层水温仅7℃多。就水温条件来说,尚不适宜贻贝繁殖。Bernier (1935) 认为:“*Mytilus galloprovincialis* 的产卵过程,既受温度变动的影晌,也受陆地排出的淡水使海水淡化的影响”。烟台贻贝3月底4月初能够排卵,可能是由于温度条件以外的其他某种外在条件的刺激而引起的。根据我们的观察,在自然海域中,除海水盐度降低外,大风浪也是刺激贻贝排放的因素。那个时期的贻贝体内已积累了大量的成熟性细胞,存在着接受外界条件刺激而排放的可能性。但应当指出:烟台贻贝这个时期排放的精卵,其发育前途可能象 Bayne (1964) 指出的英国威尔士北部的那样,即在发育至成熟幼虫以前就消亡了;只有在那以后的两批幼虫(5月和6月的),能够发育、变态附着成贝苗。

如1972年肥满度的材料所示,烟台沿岸满一龄以上的贻贝渡过盛夏高温期及初秋增肥期后,还会出现不止一次的消瘦,说明这里的贻贝还要进行秋季生殖。生殖期应在10月至11月中旬。这时期水温为20—10℃。排卵数量不象春季那么多。贻贝在烟台沿岸秋季排卵的事实,从该海区每年出现的秋苗也可得到证明。从水温情况判断,烟台沿岸的秋苗,可能主要是10月份排卵发育的那一批幼虫附着的。

大连的贻贝,出生的当年秋季就能发育到性成熟;加温刺激也能排放精卵,且能正常地受精发育^[3]。这些当年生的贻贝在自然海区中能否进行繁殖,尚未见报道。烟台沿岸

当年生的贻贝, 秋季肥满度一直逐步上升(图 1), 群体看不出有排放精卵的迹象。因此, 秋季即或能开始排放, 则或因排放的个体不多, 或因排放精卵的数量甚少, 以致不能觉察到群体肥满度的下降。

Berner (1935) 论述 *Mytilus galloprovincialis* 的产卵期, 取决于其栖息的地区, 既可以在秋季温度下降时产卵, 也可以在春季温度上升时产卵。贻贝在烟台沿岸, 同样每年也有两个产卵期, 即春夏产卵期与秋季产卵期, 前者主要为 4—6 月, 水温大致自 9℃ 升至 20℃, 后者为 10—11 月中旬, 水温大致自 20℃ 降至 9℃ 左右。蔡难儿 (1963) 指出大连贻贝有两个繁殖盛期, 这种情况与烟台近海的一致, 但在具体时间上略有差异。

Chipperfield (1953) 研究了英国沿岸一些地方的贻贝性腺发育情况, 他认为: 英国沿岸的贻贝没有周期性的排卵, 一年只有一个排卵期。一般 3—4 星期就完成排卵过程。(前 7 天精卵排放较多, 群体中至少有 70—80% 的个体进行排放, 其余的个体则在以后的 2—3 个星期中完成排放) 英国北部的年水温范围为 5—20℃^[6]。烟台沿岸贻贝的排放情况与英国沿岸的有所不同, 除一年中有两个生殖期外, 在春季生殖期中有周期性排卵现象, 即有数次明显的排放, 排放周期一般约一个月。

北美大西洋沿岸 Milford 港(长岛)的贻贝, 一年中也只有一个产卵期, 开始产卵为 5 月下半月^[12], 较烟台晚。那里的年最高水温为 22—23℃, 较烟台海区低约 4—5℃。贻贝在烟台海区一年所以有春、秋两个生殖期, 可能与高温期的水温较上述两地略高有关。

最后指出一点, 贻贝的肥满度及干鲜比值, 会因海区而异。即便在同一海区, 也会有年变化, 它除受水文条件变化的影响外, 与海区的养殖数量也有关系。

二、浮游幼虫

浮游幼虫在自然海区的出现是确定生殖期的直接依据, 同时也是判断附苗期及采苗场位置的重要依据。

(一) 材料与方法

1973 年 4—8 月, 我们以 17 号浮游生物网在烟台港及金沟湾每周一次采集了浮游幼虫样品。一般于白天以触板在 2 米以内的水层拖网, 以流量计指示浮游生物网滤过的水量。拖网样品量一般为流量计读数至 1000 转左右。文中列示的幼虫数量均为换算成流量计读数 1000 转时的采集数量。样品取来后, 用 70% 的酒精固定, 解剖显微镜下计数。为了鉴认上的正确和方便起见, 我们只统计具眼点的幼虫个体。能辨认的早期幼虫及拖到的浮游幼苗则另行记录。

同年 5 月底, 我们对芝罘湾幼虫的数量分布曾做了大面调查, 以 20 匹马力的机轮跑断面, 以手摇触板拖浮游生物网采集样品。定量方法同上。以手持经纬仪定取样站位。

(二) 结 果

1. 具眼点的幼虫数量的季节变化

1973 年春夏期间,在烟台港和金沟湾调查贻贝具眼点的幼虫的结果列示于表 1 及图 3。

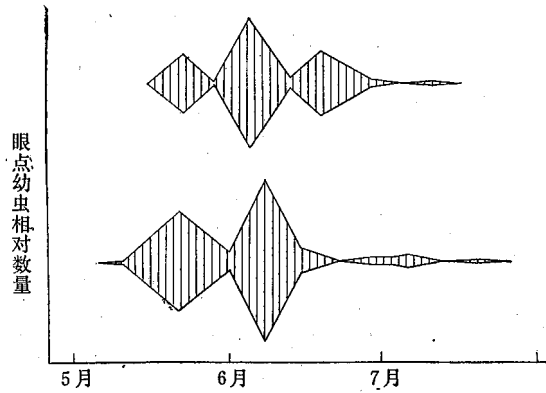


图 3 烟台沿岸贻贝眼点幼虫相对数量的季节变化 (1973 年)
上、金沟湾 下、烟台港

表 1 烟台沿岸贻贝眼点幼虫数量的季节变化

烟 台 港			金 沟 湾		
拖网日期	眼点幼虫个数*	拖网现场 表层水温(°C)	拖网日期	眼点幼虫个数*	拖网现场 表层水温(°C)
1973 年 1 月 4 日	0				
4 月 17 日	0		1973 年 4 月 19 日	0	8.5
4 月 20 日	0				
4 月 26 日	0	11.3			
4 月 30 日	0	11.5	4 月 29 日	0	13.0
5 月 5 日	0	13.0	5 月 3 日	0	11.6
5 月 11 日	1	14.0	5 月 16 日	0	
5 月 22 日	38	16.0	5 月 23 日	23	15.8
5 月 25 日	54	16.0			
6 月 1 日	7		5 月 29 日	1	15.3
6 月 8 日	63	17.5	6 月 5 日	51	16.5
6 月 15 日	10		6 月 13 日	4	18.0
6 月 23 日	0	22.0	6 月 19 日	25	19.3
6 月 29 日	3		6 月 29 日	3	
7 月 3 日	3	20.8			
7 月 6 日	5	21.7	7 月 5 日	0	19.0
7 月 13 日	0		7 月 11 日	1	23.5
7 月 20 日	1		7 月 17 日	0	21.5
7 月 27 日	0		7 月 25 日	0	
8 月 4 日	0		8 月 1 日		23.8

* 流量仪读数 1,000 转时,浮游生物网采到的眼点幼虫个数。

从表 1 及图 3 看来,烟台港眼点幼虫的出现期为 5 月中旬至 7 月中旬,盛期为 5 月下旬至 6 月中旬,约 1 个月。金沟湾眼点幼虫出现期为 5 月下旬至 7 月中旬,盛期也在 5 月下旬至 6 月中旬。两海区的幼虫出现情况基本一致,只是金沟湾幼虫开始出现略晚,出现

盛期微延迟,幼虫数量较烟台港少,数量高峰有 3 个(烟台港较明显的为 2 个)。

应该指出,由于取样的局限性,表 1 所示的眼点幼虫出现期可能会比实际出现期略短。

2. 芝罘湾眼点幼虫的水平分布

5 月下旬,我们在烟台港内两次拖网均得到较多的贻贝幼虫,以此判断幼虫出现盛期已经到来,遂于 5 月 30—31 日在芝罘湾进行大面调查,先后在湾口和湾内进行了断面调查。两天拖网所获幼虫数量较少,但与 5 月 29 日及 6 月 1 日在金沟湾及烟台港例行拖网所得结果相符,因此数据是可以信赖的(结果见图 4)。

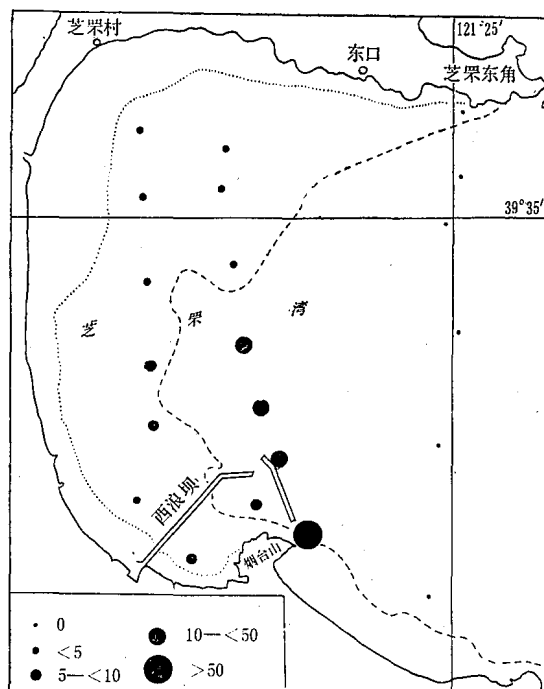


图 4 芝罘湾贻贝眼点幼虫的数量分布(相对值)

在这次调查中湾口断面各站都没有发现眼点幼虫。湾内南半部幼虫较多,北半部较少。总的说来,数量较大的海区,一般位于 5 米等深线以外处,亦即湾中部偏南的部位。烟台港东口外侧附近数量较他处明显的多。

(三) 讨 论

毛主席教导我们:“胸中有‘数’。这是说,对情况和问题一定要注意到它们的数量方面,要有基本的数量的分析”。因此,我们不但要弄清眼点幼虫的出现盛期,并且要根据它的数量来分析产卵盛期之间的联系。根据我们 1973 年人工培养幼虫的结果^[4],在 11.0—17.5℃ 的情况下,受精卵发育 21 天开始出现眼点幼虫,28 天开始出现匍匐幼虫。以此判断烟台港及金沟湾贻贝眼点幼虫的第一个数量高峰(5 月下旬)应当是 4 月底 5 月初排放的一批卵发育来的,第二个数量高峰应当是由再后约半个月(一个潮期)排放的一批卵

发育而来的(这批卵排放后,性腺未来得及明显恢复,便又排放)。这时的海水温度与上述人工育苗的水温近似,为 $10-18^{\circ}\text{C}$,适于幼虫发育。这时的排卵数量在全年中最多,与其发育成为眼点幼虫数量也最多是一致的。金沟湾出现的第三个数量高峰(6月19日)可能是5月底6月初排放的那一批卵。发育过程的海中温度为 $16-19^{\circ}\text{C}$ 。从肥满度的材料判断,这批卵数量较前批少,同样发育成的眼点幼虫也较少。就金沟湾的材料看,以上三批幼虫的数量对比情况与相应的亲贝肥满度三次降低程度的对比情况大体一致。即在4月下旬至6月初贻贝排卵的数量与5月下旬至6月中旬眼点幼虫出现数量之间存在着相关性。

如图3所示,6月下旬以后,眼点幼虫仅零星出现,这与6月中旬以后贻贝肥满度缓慢递减,并因之推论这时期只有零星排卵的状况是一致的。但眼点幼虫出现的数量极少,与贻贝肥满度递减的程度不成比例。这时海水温度已升至 20°C 以上。据 Bayne (1965) 的实验,贻贝卵在 $20-22^{\circ}\text{C}$ 时分裂不正常。这时海中贻贝幼虫稀少的原因,除排卵量较少及晚期卵质量可能较差外,水温较高可能也是一个影响因素。

根据眼点幼虫出现盛期判断,烟台沿岸贻贝附苗盛期可能是6月份,金沟湾比烟台港略迟一些。

三、附苗季节

众所周知,贻贝幼虫发育至游动-匍匐期,便寻找适宜的基质附着、变态成苗。生产中利用这个生物学特点,在适当的季节向海中投放采苗器材进行采苗。因此,附苗季节是生产中必须掌握的。

(一) 材料与方法

在探索烟台沿岸贻贝的附苗季节过程中,我们曾试用过多种采苗器材,如大连湾牡蛎壳、贻贝壳、栉孔扇贝壳、文蛤壳、竹筒、竹帘、红棕绳、剑麻绳(白棕绳)及泡沫塑料等。其中以竹帘、竹筒及贻贝壳三种检查较方便,采苗效果也较好。本试验中便采用了这三种为短期试验(投海一周后检查)的采苗器材。红棕绳采苗效果较前三者更好,但短期检查不太方便。因此,做为本试验的补充,我们以红棕绳为长期试验(投海2个月左右检查)的采苗器材。

竹帘 系干制紫菜饼用的竹帘,长75厘米,宽28厘米。采苗试验时,将帘卷起,以绳系牢,吊挂于海面浮梗下20—50厘米。经一星期取上检查,先在帘上镜检计数,然后用淡水将苗刷下镜检复核。

竹筒 长30厘米,径7厘米。劈成二半,筒上钻上若干孔。试验时将两半合起来系牢,吊挂于水面下20—50厘米,一星期后取出,打开竹筒,镜检其内外两面的采苗量。

贻贝壳 以尼龙网袋装贻贝壳100片,吊挂水层及试验期限同前。镜检部分贝壳。以上三种采苗器上的幼苗,检查时统一计数。

红棕绳 以三根径1.5厘米的红棕绳,扭成一条粗采苗绳,径3.5厘米,长一般58

厘米(49—62厘米)。自1972年8月30日起,每周挂海上2—4条。一般2个月后取上检查。先眼检,后在淡水中将苗刷下镜检。

(二) 结 果

1. 采苗器投海一周的采苗结果

烟台港和金沟湾以竹帘、竹筒及贻贝壳三种采苗器投海一周的采苗结果综合于表2。

表2 烟台沿岸贻贝的附苗季节(1973年)

烟 台 港		金 沟 湾	
采苗器投海采苗期限 (月·日)	采苗个数	采苗器投海采苗期限 (月·日)	采苗个数
		4.24—5.3	0
5.5—5.11	0	5.3—5.10	0
3.1—5.18	0		
3.22—5.18	0		
5.18—5.25	9	5.16—5.23	0
5.25—6.1	8	5.23—5.29	0
6.1—6.8	5	5.29—6.6	0
6.8—6.15	21	6.6—6.13	10
6.15—6.23	51	6.13—6.19	18
6.23—6.29	18	6.19—6.29	25
6.29—7.6	2	6.29—7.5	11
7.6—7.13	20	7.5—7.11	49
7.13—7.20	7	7.11—7.17	15
7.20—7.27	2	7.17—7.25	8
7.27—8.4	1(?)	7.25—8.1	2
7.27—9.6	76		
8.4—9.6	65		

表2中的幼苗数据,因计数标准不太一致,仅能就其相对值供作参考,但不会妨碍以此供定性分析用的准确性。另外,在投海一周检查的采苗器上,主要为初次附着苗(即幼虫期附着变态的苗)也包括再次附着苗(即移行幼苗期附着的)。本节论述的附苗季节,主要指前者。

从表2看来,烟台港贻贝附苗期大致为5月下旬至7月,盛期可能为6月中旬至7月上旬。这时期港内水温为17—22℃。7月27日及8月4日两次投挂至9月6日检查的采苗绳上的幼苗,壳长多数达5毫米以上;根据其大小判断,这些苗开始附着时是在40天以前^[4](即7月中旬),因而是从他处移来的再次附着苗。

金沟湾贻贝的附苗季节为6月至7月(或稍迟)。开始期较烟台略晚,盛期可能在6月中旬至7月中旬,比烟台港略延后一些。

应该指出,这项试验中的采苗器材,在海中投放时间较短,采苗效果会受一定影响,因此由采苗数据反映的附苗季节有可能较实际附苗季节略短。

2. 采苗器投海2个月的采苗结果

表 3 烟台沿岸用红棕绳于不同季节投海2个月的采苗结果

烟 台 港				金 沟 湾			
采苗绳挂到 海上的日期 (年.月.日)	检查日期 (年.月.日)	采苗数量 (个/米绳)	幼苗壳长(毫米)	采苗绳挂到 海上的日期 (年.月.日)	检查日期 (年.月.日)	采苗数量 (个/米绳)	幼苗壳长 (毫米)
1972. 8.30	1972.11. 3	1	1.2				
9. 5	11.10	2	25, 26				
9.15	11.18	9	8, 9, 13, 14, 16, 23, 23, 27, 34	1972. 9.13	1972.11.16	0	
9.22	11.25	0		9.20	11.23	0	
9.29	12. 1	1	10.5	9.27	12. 5	0	
10. 6	12. 8	1	4.2	10. 5	12. 5	0	
10.12	12.15	0		10.11	12.14	0	
10.17	1973. 1. 4	0		10.18	12.20	0	
11. 3	1.13	0		11. 1	1973. 1.12	0	
11.10	3. 2	1	0.56	11. 8	3. 1	0	
10.27	3. 7	0		11.23	3. 1	0	
10.25	5. 3	3	3—13				
12. 8	3. 2	0		12. 5	3. 1	0	
1973. 1.19	5.23	0		1973. 2.26	6. 6	0	
3.16	5.11	0		3. 1	5.29	0	
3. 1	5.18	0		3.14	5.23	0	
3.26	6. 1	0		3.21	5.23	0	
3.30	6. 8	19	0.6, 0.7(4个), 0.9(2个), 1.0, 1.1(3个), 1.7, 1.8	3.28	6.13	1	1.2
4. 6	6.15	360, 375, 637	0.6, 0.9(2个), 1.4; 1.5, 1.6, 2.1, 2.2, 2.3, 4.5	4. 4	6.19	0	
4.13	6.23	945		4.11	6.29	127	334—1336 μ
4.20	7. 3	1669		4.20	7. 5	950	
4.25	7. 6	2164		4.24	7.11	649	
5. 5	7.13	6300		5. 3	7.17	1350	
5.11	7.20	3006		5.10	7.25	939	
5.18	7.27	3024		5.16	8. 1	195	
5.25	7. 3	586		5.23	8. 1	144	
6. 1	7. 3	929		5.29	8. 1	156	
6. 8	7. 3	501		6. 6	8. 1	147	
6.15	7. 6	119		6.13	8. 1	54	
6.23	7. 6	12		6.19	8. 1	9	
				6.29	8. 1	3	
				7. 5	8. 1	6	
				7.11	8. 1	0	
				7.17	8. 1	0	
				7.25	8. 1	0	

表 3 列示了烟台港及金沟湾红棕绳投海 2 个月左右的采苗结果。

从烟台港的材料看来, 1972 年 8 月 30 日至 10 月 12 日挂到海上的一些采苗绳, 分别于当年 11—12 月检查时, 有的已附着少量贻贝苗。其大小表明, 大多数为春苗, 是从他处迁移到这些采苗绳上来的再次附着苗。

1972 年 11 月 10 日挂绳, 翌年 3 月 2 日检查到的幼苗及 10 月 25 日挂绳, 翌年 5 月

3日检查到的幼苗,为1972年秋苗。秋苗数量比较少,附苗当年不易发现。烟台沿岸12月下旬至翌年3月初的水温一般在 3°C 以下,这期间贻贝可能是停止生长^[11]。因此,虽至翌年3月,红棕绳上的秋苗仍不易觉察。5月初长至数毫米,仔细寻找时便历历可见。

在整个冬春季节,很少发现再次附着的春苗。这时期它们不太迁移的原因可能是:①水温较低的影响;②苗体较大。

1973年3月30日以后挂绳采的苗,都为当年的春苗。从采苗数量看,以5月5日挂到海上、7月13日检查的棕绳采苗最多。5月5日以后挂的采苗绳采苗数量则逐渐减少。这可能是由于采苗绳浸水时间较短,对采苗有利的某些生物附着较少,以致影响了附苗盛期的采苗效果^[10,16]。5月5日以前挂的,即7月13日以前检查的采苗绳,越早采苗数量越少。这可能是检查越早采苗绳在附苗盛期的采苗天数越少所致。根据上述采苗结果判断:①烟台港在生产中向海上投挂采苗绳的工作,在5月初以前完成为宜;②烟台港贻贝附苗盛期约在6月中旬至7月上旬。

从金沟湾的材料看来,1973年3—7月挂的采苗绳上的幼苗,都属当年的春苗。其中以5月3日挂到海上、7月17日检查的采苗绳上幼苗数量最多。这个结果与上述烟台港的试验结果是一致的。如同前面的分析,大致可以判断出:①生产中在金沟湾投挂采苗绳以5月上旬前完成为宜;②贻贝在这个湾的附苗盛期约为6月下旬至7月中旬,较烟台港晚一些。

在我们日常观察中,金沟湾也附着自然秋苗,不过为数很少。

3. 附着变态期贻贝幼虫的壳长组成

为了弄清烟台海域附着变态期贻贝幼虫的大小状况,我们将上述采苗器投海一周内采的贻贝幼苗与前述拖网所获的幼苗,在显微镜下测量其幼虫壳长(即变态期的壳长)。根据测量的63个个体的材料看来(图5),壳长范围为220—310微米,平均约250微米,其中240—260微米的个体约占半数。我们的材料得自1973年5月下旬至7月,这时海上表层水温为 $15-24^{\circ}\text{C}$ 。

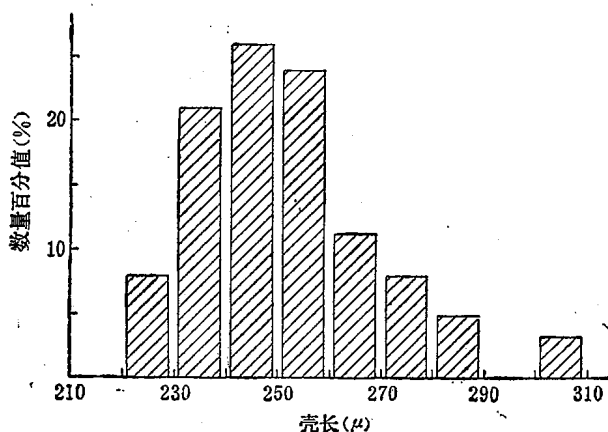


图5 烟台沿岸变态期贻贝幼虫壳长组成
(1973年5—7月)

(三) 讨 论

就作者所知,在讨论贻贝附苗季节的一些论文中,多数只提及春苗,即升温季节排卵发育成的苗;对秋苗,即降温季节排卵发育成的苗论述的较少。

综合上述两项采苗试验的结果以及下一节“投挂采苗绳的适宜季节”的试验结果,可以肯定烟台近海的贻贝苗有春苗及秋苗两种。

秋苗附苗季节较短,大致在 10 月下旬至 11 月中旬。秋苗的数量远比春苗少,1972—1973 年尚不足以提供生产用苗。这种情况与西班牙沿岸近似,在那里贻贝幼虫也是秋季附着不多^[6]。

春苗的附苗季节较长。如前所述,在烟台港为 5 月下旬至 7 月(或 8 月上旬),盛期为 6 月中旬至 7 月上旬;在金沟湾为 6 月至 8 月上旬,盛期为 6 月中旬至 7 月中旬。金沟湾春苗的附苗季节所以较烟台港晚,可能与其湾形开阔、春季水温上升较半封闭形的烟台港迟缓有关。但总的说来,两海区的附苗盛期的前限,均较根据当年眼点幼虫出现盛期所推算的附苗盛期的前限略晚。

表 1 说明,眼点幼虫的第二个数量高峰出现在 6 月 5—8 日。按其发育速度推算,这批幼虫形成的附苗高峰应当是表 2 所示的 6 月 20 日前后采苗的结果。而表 1 中 5 月 22—25 日出现眼点幼虫的第一个数量高峰,在表 2 中似乎没有形成附苗高峰。由此推断,第一个数量高峰的眼点幼虫,可能在附苗以前大多数就消失了,这在金沟湾比烟台港更为明显。可能只有第二个及第三个数量高峰的眼点幼虫能继续发育形成了相应的附苗高峰。

Bayne (1964) 根据贻贝成熟幼虫的数量高峰判断英国威尔士北部门艾海峡贻贝的主要附着期为 6 月初和 7 月初。较烟台沿岸的略早。不同水温的海域,贻贝的附苗期也各异,这是不言而喻的。但这里值得考虑的是,如前所述,根据幼虫出现盛期判断的附苗盛期,有可能会比实际附苗的盛期早些。

Engle 等 (1944) 曾研究了北美大西洋沿岸 Milford 港贻贝的附苗时期,结论是自 6 月中或 6 月初至 8 月中或 8 月末,附着盛期在 6 月中至 7 月中。从这个结果看来, Milford 港的附苗盛期与烟台春苗的附苗盛期很一致。但就总的附苗期来说,较烟台沿岸春苗的附苗期晚一些。他们没有谈及再次附着苗的情况。因此,进行较深入的比较是困难的。

日本须磨海岸的贻贝附苗盛期为 5—7 月^[5],较烟台沿岸的早,这可能是由于该地位于濑户内海,春季水温回升较烟台沿岸快速的缘故。

Nelson (1928) 曾记录海中的成熟贻贝幼虫壳长为 304—376 微米。Bayne (1965) 曾在英国沿海采集浮游生物样品中采获到贻贝后期面盘幼虫,在门艾海峡的平均壳长 277 微米;在瑞典和丹麦之间的厄勒海峡采到的为 330.6 微米,他并提到后者可能是在 15—16℃ 下生长起来的。上述这些后期面盘幼虫,都比烟台海区的大。Thorson (1946) 曾评论贻贝幼虫出现变态时的大小有很大的差别,为 250—400 微米。比较上述的记录,烟台沿岸的贻贝幼虫应属于较小的。

四、投挂采苗绳的适宜时期

贻贝幼虫的附着习性与牡蛎相反,不喜好新鲜洁净的附着基,在海水中浸渍若干时间附有一定附着物的基质才更有利于它们附着^[2,10,16]。由此设想,贻贝的附苗盛期与投挂采苗绳的适宜时期不会完全一致。应在附苗盛期前多长时间投挂为宜,还有待今后进一步地探讨。

(一) 材料与方法

为了探索投挂采苗器的适宜季节,我们于1972年9月至1973年8月在烟台港及金沟湾用红棕绳(规格同前)进行了采苗试验。一般每周挂绳一次。两个试验点挂的采苗绳分别于1973年9月6日及13日全部取上检查。因少数采苗绳在海中丢失或标号损坏等原因,部分材料欠缺(检查方法同前)。各采苗绳上的贻贝苗除计数外,均抽样测量其壳长。

(二) 结 果

1. 烟台港

从各月份挂绳采苗的数量(表4)来看,以3月份挂的绳采苗最多,平均在4500个/米绳以上,最多的达7000个/米绳以上。1—2月份挂的次之,平均约4000个/米绳。4—5月及9—12月份挂的又次之,平均约3000个/米绳。6月份,特别在6月下旬挂的,采苗

表4 烟台沿岸各月份投挂采苗绳采苗数量比较

海 区	挂采苗绳日期 (年.月)	统计采苗绳数 (条)	平均采苗量 (个/米绳)	采苗量范围 (个/米绳)
烟 台 港 (1973年9月6日 检查)	1972.9—12	7	3399	639—6634
	1973.1—2	3	4145	2747—5609
	3	4	4589	2266—7600
	4	3	3227	2105—4370
	5	4	2979	1700—4457
	6	5	704	189—1496
	7	6	21	7—42
	8	2	9	9
金 沟 湾 (1973年9月13日 检查)	1972.9—12	14	794	511—1230
	1973.1—2	3	741	427—979
	3	4	924	821—1055
	4	4	720	660—790
	5	5	1197	903—1628
	6	4	237	12—649
	7	4	21	10—36
	8	4	7	3—16

量急剧下降。7—8月挂的则仅见有苗附着。上述主要为春苗,秋苗数量极少,不足0.1%,可略而不计。

从各月份挂绳采到的苗的体重来看,4月份以前挂绳采的苗至9月6日称重,一般为600—1,000个/公斤,平均1克/个以上;5月份挂的,体重一般为1700—4500个/公斤,平均0.6克/个以下;7—8月份挂的,采苗量虽然很少,但个体并不最小,一般为1600—2200个/公斤,这是因为采到的苗大部分为再次附着苗。

从各月份挂绳采到的苗的壳长组成来看(图6)1—3月挂绳采的苗,壳长的数量高峰大致相似,均显著偏后。以后各月份挂的,数量高峰挨次前移。从苗群整体看,1—3月份挂绳采的苗,个体大小平均值要大一些。就个体最大的苗来说,4月份以前各月挂绳采的,都达到35毫米以上。这说明,在4月以前各月中,不论挂绳早晚,附苗的开始时间是一致的。5月至6月挂的绳,最大的苗分别只有32毫米和28毫米,这说明开始附苗的时间较4月份以前的挨次推迟了。

根据上面所列的三项数据,即从采苗的数量和质量看来,采苗绳投挂的时间以3月份为最适宜。

应当提出的是:有关附苗季节的两项试验结果说明,烟台港贻贝的附苗盛期为6月中旬至7月上旬。但是这个时期挂绳的采苗数量都较少。只有在附苗盛期以前2—3个月挂的绳采苗效果较好。在这2—3个月中,可以使采苗绳上附着一定数量的有利于贻贝附着的生物,以达到最好的附苗效果^[2,10,16]。如挂绳过早,除增加苗绳的损耗外,并不会产生更好的效果;过迟,则苗绳因太“干净”,贝苗难以立即大量附上。

2. 金沟湾

表4所示,金沟湾贻贝自然采苗效果不如烟台港好,采苗数量一般为后者的1/4左右。各月挂的采苗绳中,以5月挂的采苗较多,平均每米绳采苗1000个以上,多者达1600个。5月以前各月挂的绳(包括前一年秋冬挂的),每米绳采苗量为400—1200个,平均800个左右。6月份挂的绳采苗量明显减少,特别是6月下半月及7—8月挂的,则仅见有苗附着(数个或数十个)。因此投挂采苗绳的最好季节应为5月份。前已述及,

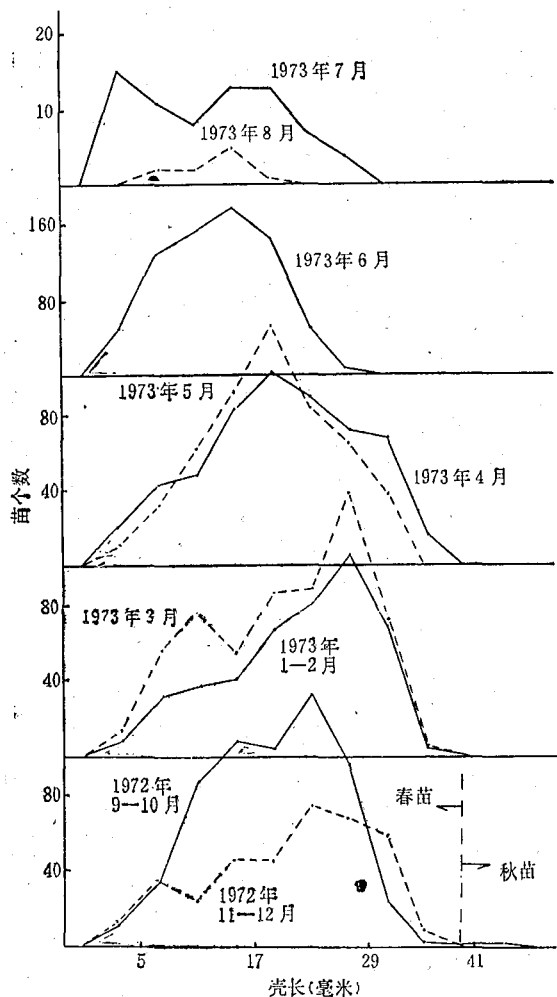


图6 烟台港不同季节投挂采苗绳所采贻贝苗的壳长组成(1972年9月至1973年8月挂绳,1973年9月6日检查)

金沟湾贻贝春苗的附苗盛期为6月中旬至7月中旬。本试验的结果表明,在这个时期挂绳的采苗量同样很少。因此,这种情况与在烟台港得出的结论是一致的,为了保证采苗效果,同样应在附苗盛期以前约2个月将采苗绳挂到海中。

上述主要为春苗,只有少数秋苗。在测量过的35个样品计4773个苗中,只发现26个秋苗,不足1%。

从壳长组成(图7)判断,金沟湾春苗的附苗盛期比较集中明显。9月13日取样测量,壳长3.0—8.0毫米(不包括8.0毫米的)的个体占采苗量的51.2%,16.0毫米以下的个体(不包括16.0毫米的)占83.0%。根据生长材料^[4]判断,这批苗可能是属于6月至7月初排卵,6月下旬至7月下旬附着的。

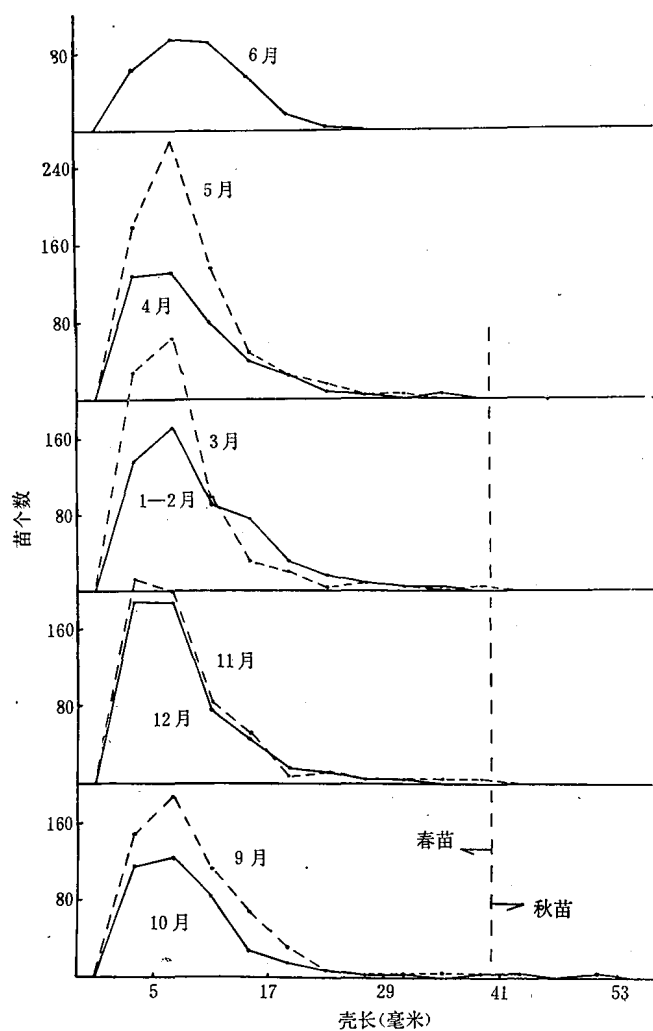


图7 烟台金沟湾不同季节投挂采苗绳所采贻贝苗的体长组成
(1972年9月至1973年8月挂绳,1973年9月13日检查)

(三) 讨 论

烟台港及金沟湾采苗数量的试验结果都表明,投挂采苗绳的适宜时期是在当地附苗盛期之前。从采苗数量、苗体大小以及减少苗绳损失等方面着眼,以在附苗盛期前 2—3 个月投挂采苗绳为宜。就烟台沿岸来说,建议每年春节后于 3—4 月份将采苗绳挂到海中。

通过两地苗群壳长组成材料(图 6, 7)的对比证明,9 月上半月时,金沟湾的苗体壳长一般在 1—30 毫米范围内,而烟台港的则在 1—36 毫米范围内。前者壳长平均值也明显较小。这种情况不能完全用金沟湾的苗生长较烟台港的慢^[4]来解释,这种大小差别或许真实地反映了金沟湾附苗盛期较烟台港的晚一些。根据贻贝苗在金沟湾的生长资料^[4]判断,金沟湾贻贝的附苗盛期应在 6 月下旬至 7 月下旬,比烟台港附苗盛期晚的程度,较第三节中论述的更大一些。

如前所述,金沟湾贻贝于 4 月底 5 月初的一次排卵的数量较多,但这批卵发育的幼虫最后在当地附着成苗的为数较少。在 6 月份前后,贻贝排卵虽较分散,排放数量也较少,但最后附苗的数量反而较多。这说明金沟湾 6 月份的环境条件对贻贝幼虫发育、直至最后在当地附着,可能比 5 月时更为有利。

本文前面已有数处论及到贻贝的附苗期。由于试验方法不同,而每种方法都有一定的局限性,因而得出的结果虽“大同”,但难免存在“小异”。根据上述一些试验结果综合分析判断:贻贝的附苗期在烟台港为 5 月下旬至 7 月,盛期为 6 月中旬至 7 月上旬;在金沟湾为 6 月至 8 月,盛期为 6 月下旬至 7 月下旬。

五、贻贝幼苗的移动

一些作者^[7,14,18]曾报道贻贝幼虫变态附着成苗后,可以再脱掉足丝爬行或浮游水中,遇到适宜的基质再行附着。这样的幼苗称蹓行幼苗。贻贝幼苗能借浮游而分散远处的特性,对其生存与分布具有重要的意义。

在烟台沿岸,我们曾观察到贻贝蹓行幼苗的迁移活动。1972 年及 1973 年,我们将室内培育的人工苗移至金沟湾及烟台港养育时,分别约有 60% 与 40% 的个体脱离采苗器流失。1973 年春、夏在烟台港内码头附近挂绳采苗的过程中,开始阶段附苗量尚多,随着幼苗的生长,数量却越来越少,这些现象都说明附着的苗能够他迁。反之,在一些采苗器上也发现了不少再次附着的蹓行幼苗。这一现象证明他迁的苗能够再附着。因此,了解贻贝幼苗的移动习性及其规律,对做好自然采苗工作及提高人工苗在海上养育的保苗率来说是很重要的。

(一) 浮游生物样品中的贻贝蹓行幼苗

1972—1973 年,我们在烟台近岸历次拖网的浮游生物定量样品中,曾拖到一些贻贝

的蹻行幼苗,现将出现的情况综合于表 5。

表 5 烟台沿岸浮游生物样品中出现的贻贝蹻行幼苗

拖网日期 (年·月·日)	海 区	拖 到 的 苗 数 (个)	幼 苗 壳 长 (μ)
1972. 7. 8	烟 台 港	1	1600
1973. 5. 1	芝 罘 湾	2	
6.22	崆 峒 岛 沿 岸	1	2500
6.29	烟 台 港	11	444, 510 (2个), 600, 618, 660 (3个), 690, 720, 1440
7.17	金 沟 湾	1	2330
7.20	烟 台 港	1	300

从表 5 看来,烟台近岸各海域均有贻贝幼苗脱离原附着基随水流移动的现象。这种情况在某一时期还比较明显。如 1973 年 6 月 29 日在烟台港的一次拖网中发现 11 个蹻行幼苗,而在同网中仅得到 3 个眼点幼虫。由此判断这时期(及以后)采的苗很可能再次附着苗多于初次附着苗。这些浮游的蹻行幼苗,小的壳长仅 300μ ,系刚附着变态不久的个体,大者 2500μ ,附着变态约有月余。其中壳长 1 毫米以上的约占 $1/4$,壳长 700μ 以下的约占 $3/5$ 。

(二) 采器苗上再次附着的贻贝蹻行幼苗

为了进行苗群分析,我们将前述竹帘、竹筒及贻贝壳三种采苗器投海一周采的贻贝幼苗剥下后,选壳形完整的个体进行测量。现将测量结果综合于表 6。

根据我们同年在烟台人工育苗的材料,贻贝幼虫附着变态后 7 天,壳长一般为 $400-500\mu$ 。按照这个标准衡量,表 6 所列的苗中有相当一部分是再次附着苗。即使以更大的壳长标准 700μ 为界限,那么烟台港采的约 20% 的个体应属于再次附着苗,其它 80% 的个体主要属于初次附着苗,其中可能含有少量再次附着苗。依同一标准衡量,金沟湾采到的苗,再次附着的占 15%,主要是初次附着的占 85%。这个结果是根据 1973 年 6—7 月份的材料综合推算出来的,它代表了 6—7 月份采苗的平均状态。如果按整个采苗期来说,越早期采的苗,再次附着苗所占的比率越小,越晚期采到的,它的比例就越大。

烟台沿岸贻贝幼苗的迁移活动不仅限于 6—7 月份,此后挂的各种采苗器上也发现这样的情况,现将结果列于表 7。

根据前述生长材料判断,表 7 中所列的 7 月中旬投挂海上,9 月 6 日及 9 月 13 日取上检查的两条绳上采的贻贝苗,约半数为再次附着苗;7 月 27 日挂绳,9 月 6 日取上的约 $2/3$ 至 $4/5$ 的为再次附着苗;8 月份投挂,9 月 6 日及 13 日取上的则几乎全是再次附着苗。由此可见,烟台沿岸夏秋期间挂的采苗器采到的苗,时期越晚,采到的再次附着苗的比率也越大。其所以如此,是由于:(1)越后期,海中层附着期的幼虫数越少,而蹻行幼苗则越多;(2)采苗器入海浸泡时间较短,蹻行幼苗可能较幼虫更容易附着上去。

(三) 讨 论

Bayne (1964) 报道在北威尔士门艾海峡成熟的贻贝幼虫大量附着于远离贻贝成体养

表 6 烟台沿岸采苗器投海一周内采的幼苗的壳长分布 (1973 年 6—7 月)

壳 长 范 围 (μ)	幼 苗 数 (个)	
	烟 台 港	金 沟 湾
200—299	15	25
300—399	36	38
400—499	19	23
500—599	7	19
600—699	4	3
700—799	5	6
800—899	1	1
900—999	3	3
1000—1099	3	
1100—1199	2	
1200—1299		
1300—1399		1
1400—1499		2
1500—1599	1	1
1600—1699	2	1
1700—1799	1	
1800—1899		
1900—1999	1	2
2000—2099	1	
2100—2199		1
2200—2299		
2300—2399		1

主要为初次附着苗

再次附着苗

表 7 1973 年 7—9 月烟台沿岸采苗器上的贻贝苗的壳长分布

采苗数 (个)	采苗 期限	7 月 11 至 9 月 13 日 64 天	7 月 13 至 9 月 6 日 53 天	7 月 27 至 9 月 6 日 40 天	7 月 27 至 9 月 6 日 40 天	8 月 4 至 9 月 6 日 33 天	8 月 4 至 9 月 6 日 33 天	8 月 29 至 9 月 13 日 15 天
		壳长范围(毫米)						
1.0—2.9			4	1	1			2
3.0—4.9		3	4	10	1		6	
5.0—6.9		2	3	11	5		5	
7.0—8.9		3	3	14	3	2		2
9.0—10.9		1	2	8	3	2	6	
11.0—12.9		3	2	8	4		5	1
13.0—14.9		5	1	2	4	2	12	
15.0—16.9			3	5	5	3	5	
17.0—18.9			2	1	3	1	7	
19.0—20.9		1	2	1	2		2	
21.0—22.9			2	2	3			
23.0—24.9			1					
25.0—26.9			2					
27.0—28.9			1					
采 苗 海 区		金沟湾	烟台港	烟台港	烟台港	烟台港	烟台港	金沟湾
采 苗 器 材		红棕绳	红棕绳	竹 筒	贻贝壳	红棕绳	贻贝壳	红棕绳

殖场处的多管藻和仙菜上。以后还经过一个受水流输送的游动期，它们不只一次的在基质上进行附着与脱离，后来迁移附着于贻贝成体养殖场定居下来。他认为贻贝的初次附着和再次附着是一种减少较小个体与成体相竞争的机制。在烟台沿岸，贻贝苗虽有迁移活动但不象北威尔士那样多，更没有像北威尔士那样的有明确的迁移去向。根据我们的材料来看，既有来附的（包括初次和再次附着苗），也有迁走的，两者的比例在各海区及各部位有所不同。我们通常所说的采苗效果，实际上是指幼苗或来或去频繁活动的最后结果。如 1973 年崆峒岛大队在烟台港岸边处的一次采苗，最初来附的多，后来迁走的多，最终采苗效果不好。而在烟台港东口，幼苗虽有迁走的，但还是来附的多，采苗效果比较好。因此，进行自然采苗或在海上养育人工苗时，必须事先妥善选择适宜地点，才能保证工作顺利进行。

Bayne (1964) 报道，在他拖网采到的 109 个贻贝蹠行幼苗中，壳长大于 1 毫米的只占 13.8%，但没有大于 1.5 毫米的。我们在烟台沿岸拖网采到的，壳长大于 1 毫米的占 23.5%，大于 1.5 毫米的占 17.6%，最大个体壳长 2.5 毫米。总的说来，烟台沿岸的贻贝浮游幼苗较门艾海峡的大。

六、附苗水层

以往对贻贝附苗垂直分布的研究大致分两个方面：一是以潮线为基准研究岸边或海底固形物体上贻贝苗的垂直分布状态；二是以海面为基准来研究海面下浮动的物体上贻贝苗的垂直分布状态。我们在生产上应用筏式养殖和采苗，因此选用后一种方式来研究贻贝附苗水层，以便为生产上提供更多的信息。

（一）材料和方法

1973 年，我们在烟台港及金沟湾进行了附苗水层试验。以直径 15 毫米的红棕绳作采苗器，长度分 4 米、4.5 米及 5 米三种，垂挂于海面浮纜上。金沟湾的采苗绳是 4 月 13 日及 20 日分两次挂到海上，同年 9 月 13 日取回检查；烟台港的是 4 月 13 日、20 日及 25 日分三次挂的，同年 9 月 6 日取回检查。烟台港的采苗绳在试验过程中下部断掉丢失，仅存 3 米。

（二）结 果

金沟湾 试验结果用图 8、表 8 表示。从图表中所列的结果看出，越近水面的上层附苗越多，越下附苗越少。在 0—2 米层附苗量约占全绳的 $\frac{2}{3}$ 至 $\frac{4}{5}$ ；2—3 米层的已较少，但也能基本上满足采苗绳直接养成的需要；3—4 米层的数量更少，已达不到采苗的基本要求。从生产角度着眼，采苗绳应吊挂于 0—2 米层为宜。

烟台港 如表 9 所示，烟台港 3 米以浅贻贝附苗的垂直分布状况，总的说来也象金沟湾那样，水层越浅，附苗越多，水层越深也越少。但差别程度不象金沟湾的那么明显，而

表 8 金沟湾贻贝附苗的垂直分布 (以海面为基准, 0—5 米层)

绳号	挂绳日期 (月·日)	绳长 (米)	每绳采 苗数 (个)	各 水 层 采 苗 量 (%)					备 注
				0—1 米	1—2 米	2—3 米	3—4 米	4—5 米	
1	4.13	4	2665	45.4	20.6	25.7	8.3		下端30厘米采苗量显著减少
2	4.13	4	5301	35.9	34.6	21.1	8.4		下端35厘米采苗量显著减少
3	4.20	5	6062	45.7	32.7	16.5	3.6	1.5	下端120厘米采苗量显著减少
4	4.20	4.5	5333	45.5	34.2	11.6	7.4	1.3	下端80厘米采苗量显著减少

表 9 烟台港贻贝附苗的垂直分布 (以海面为基准, 0—3 米层)

绳 号	挂绳日期 (月·日)	绳 长 (米)	每绳采苗数 (个)	各 水 层 采 苗 量 (%)		
				0—1米	1—2 米	2—3 米
1	4.13	3	5087	28.9	30.2	40.9
2	4.20	3	3982	36.0	41.0	23.0
3	4.25	3	5379	48.1	31.9	20.0
平 均 值				37.7	34.4	27.9

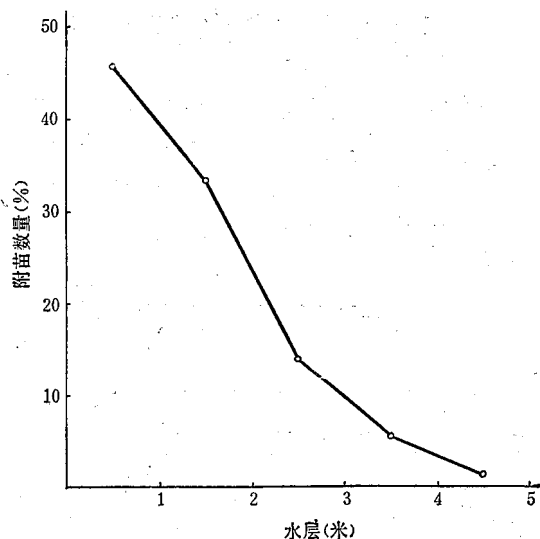


图 8 烟台金沟湾贻贝附苗数量的垂直分布 (1973 年)

且在有的采苗绳上还表现相反的垂直分布状况,是否因磨擦损失所致,尚不清楚。总的说来,烟台港自水面至以下 3 米的水层,贻贝的附苗数量都有生产意义,在 2—3 米水层的采苗效果较金沟湾同水层的好些。

就苗体大小来说,在 3 米水层以内,上下无明显差别,仅微显越上个体越大的趋势。

(三) 讨 论

据了解大连贻贝的垂直分布趋势与烟台的大致相同,也是越上越多,越下越少。但垂直分布的范围与数量与烟台的有别,在 10—11 米水层的附苗量仍为 0—1 米水层的半数

以上。

按 Chipperfield (1953) 的记述, 英国 Brixham 浮筏下附的苗, 以自水面至约 2 英尺深为最多, 再下附着密度减小。

以上试验与我们的结果相比, 其共同点是: 以上层采的最多; 差异点是各海区附苗量的垂直分布范围和数量有别。可以认为, 在附苗量大的海区, 一般附苗垂直分布范围大, 相反的则较小。

李洁民等 (1964) 在研究附着物的论文中提到大连港贻贝水层分布的试验结果为: 2 米层最多, 4 米层次之, 近表层极少。在月板和年板中均以 2 米层最多。他们的结果与上述一些研究结果有所不同。这种差别或许是由于试验方法不同引起的。贻贝苗的上移行为无论在室内^[2]或养殖海区都表现得很明显。李洁民等是以绳串附着板的方法进行试验的, 下方附着板上的苗就较难爬到上方附着板上。我们采苗绳上的苗的水层分布, 应当是幼苗向上爬移后的结果。

七、烟台附近各海区附苗量的比较

近些年贻贝养殖迅速发展, 种苗的需要量急剧增加。烟台沿岸是山东沿岸产苗较多的地方, 但还远远不能满足生产要求, 因此对烟台附近各海区附苗效果进行一次普查, 将对生产提供有用的资料。

(一) 材料与 方法

1. 定时定点投挂采苗绳

1972 年 10 月 20—29 日及 1973 年 5 月 8—15 日两次投挂采苗绳于烟台附近的崆峒岛、担子岛、西口、金沟湾、烟台港及芝罘湾进行采苗比较试验。采苗器系直径 15 毫米的红棕绳两根扭在一起做成, 长 45—97 厘米, 垂挂在海面的浮纜上。1973 年 9 月 3—7 日将各试点采苗绳取回检查。芝罘湾内各点的采苗绳因台风影响而损失。

2. 与群众生产相结合进行大面调查

为了推广 1972 年夏秋我们保留的旧浮纜采贻贝苗的试验成果, 1973 年烟台市水产局组织烟台沿海各场、社、队, 将收割海带后的全部草质旧浮纜留在海上采苗。同年 9 月 3—5 日, 我们在芝罘湾、金沟湾及西口沿岸用上述材料进行了大面调查。样品均取自浮纜上的海带吊绳 (岩草制, 直径 15 毫米), 根据附苗量的多少, 取上部 20—93 厘米不等。各取样点以手持经纬仪在船上定位。由于台风影响, 海带架子受到损失, 有些取样点的布局难于合乎理想。

(二) 结 果

1. 各海区投挂采苗绳采苗量的比较

现将各试验点的采苗结果列于表 10, 表中数据均指 1973 年春苗。

表 10 烟台附近各试验点采苗量的比较 (1973 年 9 月 3—7 日检查)

采苗点	挂绳日期 (年·月·日)	统计绳数 (条)	采苗量(个/米绳)		挂绳日期 (年·月·日)	统计绳数 (条)	采苗量(个/米绳)		最大壳长 (毫米)
			范 围	平均值			范 围	平均值	
崆峒岛	1972.10.29	2	22—46	34	1973. 5. 8	5	7—140	91	19
担子岛	10.21	3	264—589	443	5.15	3	322—667	495	17
西口沿岸	10.21	2	410—647	529	5.12	3	1101—1384	1270	23
金沟湾	10.25	2	434—590	512	5.10	2	1520—2020	1770	30
烟台港	9.12月	7	639—6634	3399	1—4月	10	2105—7600	4047	36

从表 10 中看出,不论秋季或春季挂的绳,采苗效果以烟台港较好,金沟湾及西口沿岸次之,担子岛又次之,崆峒岛较差。由于芝罘湾各点的采苗绳丢失无法比较。但 1972 年我们曾统计芝罘湾内海带育苗场后的浮绳上的采苗量为 5184 个/米,当时烟台港的为 4710 个/米。因此,芝罘湾中南部的采苗效果与烟台港的差不多。

从表 10 中可以看出,各点秋季挂绳的采苗效果都不如春季的好,这种差别在金沟湾、西口沿岸和崆峒岛更为明显。

表 10 中还指出,最大的苗出现在烟台港,金沟湾、西口、崆峒岛及担子岛的依次渐

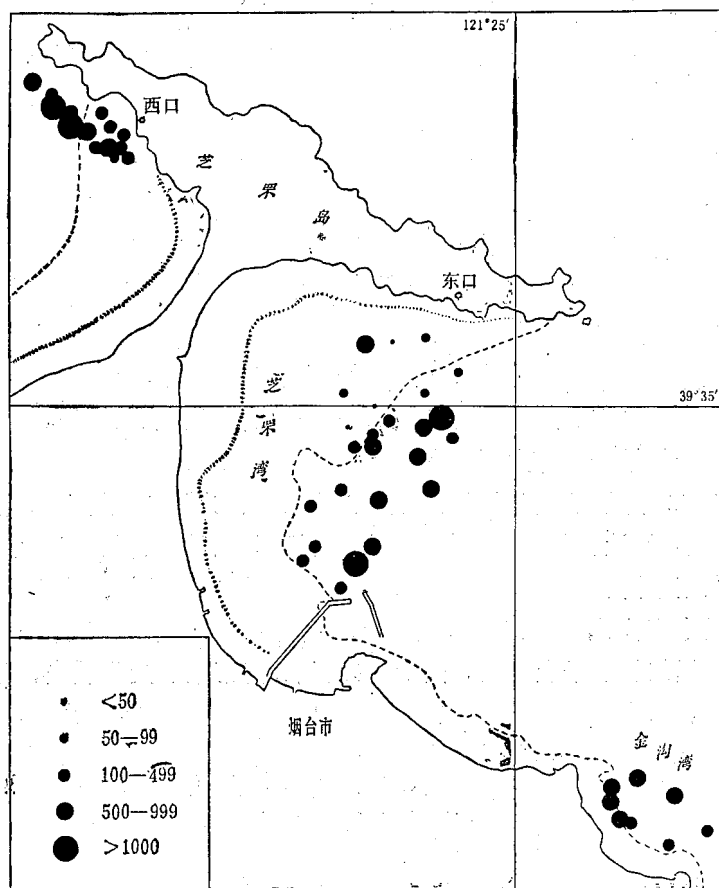


图 9 烟台沿海岸带养殖区贻贝苗数量分布概况 (1973 年 9 月 3—5 日调查)

小。在 1973 年 9 月 7 日,我们在担子岛的采苗绳上还见到 17 个壳长小于 1 毫米的幼苗,最小的仅 0.7 毫米。

2. 利用海带旧浮纜采苗的结果

现将芝罘湾、金沟湾及西口沿岸调查旧浮纜采苗的结果列入图 9。从图 9 中看出,芝罘湾附苗较多的地方,一般在 5 米等深线以外的部位,即位于湾中部海带养殖区的外侧地带。湾西北部水较浅,绳上多附着一些草苔虫及日本多管藻等,贻贝苗较少。总的说来,这个湾贻贝附苗量的水平分布状况与幼虫数量水平分布状况大体近似。

西口沿岸附苗较多的部位一般也在海带养殖区的外侧(略偏西),呈狭长带状,与陆岸大致平行。

金沟湾附苗较多的地方大致位于海带养殖区西部。如前所述因台风影响,海带架子不少毁坏和收走,因而该湾附苗情况的全貌暂时难以阐明。

就苗群个体大小来说,同样也是芝罘湾的较大、金沟湾次之,西口沿岸较小(表 11)。

表 11 烟台附近各海区贻贝苗大小比较(1973)

海 区	调 查 日 期 (月.日)	测 量 样 品 数	壳 长 范 围(毫米)	平 均 壳 长(毫米)
西 口	9.5	4	1.2—27.0	11.5
金 沟 湾	9.3	2	1.4—33.0	12.3
芝 罘 湾	9.4	12	2.4—35.0	17.6

(三) 讨 论

本节论述的试验与调查,主要是探索烟台附近各海区贻贝附苗数量的相对情况,借以明确那个海区更有利于采苗,进而重点地进行经营管理,这些数据只代表了 1972 年或

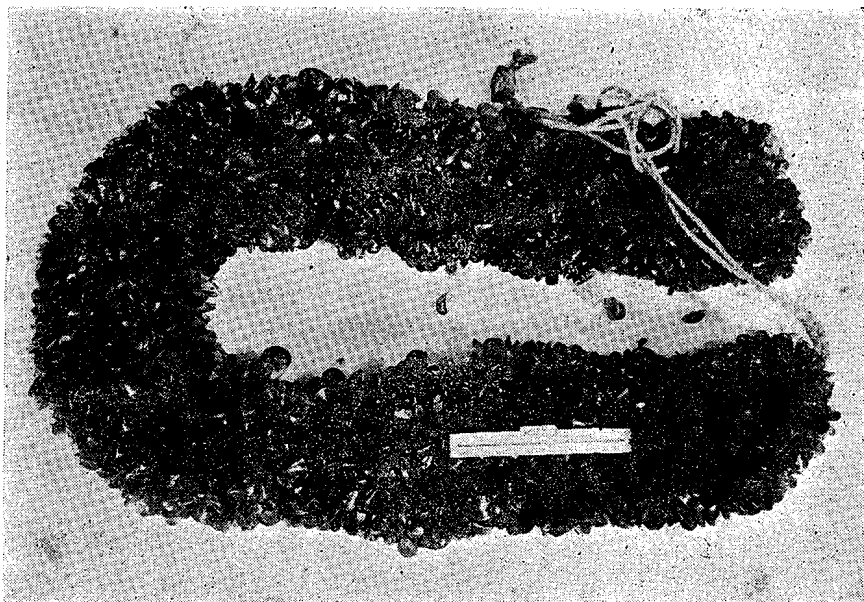


图 10 1974 年烟台港投挂红棕绳采的贻贝苗(每串 1 万亩左右,1974 年 10 月分苗时拍照)

1973年当年的采苗效果。应该指出,上述采苗数量是在烟台及其附近仅养贻贝数亩或数十亩的情况下取得的。不难设想,随着养殖面积的逐步扩大,各海区的采苗效果将会越来越好。如1973年秋,烟台及其附近养贻贝面积扩大至700亩左右,1974年春烟台港东口一局部面积曾挂采苗绳(用直径15毫米的红棕绳三根扭成一条,长一米)20,000条。每米浮纆挂绳4—5条。在采苗绳密集排列的情况下,每条绳尚能采到壳长11—38毫米的春苗10,000个左右(图10)。事实已说明,在群众大养贻贝的基础上,烟台沿岸已发展成为良好的贻贝采苗场。

八、采苗器材及其采苗情况

上面对采苗季节、海区和水层均作了初步论述。遵照毛主席关于“我们不但要提出任务,而且要解决完成任务的方法问题”的教导,在多、快、好、省的原则指导下,我们试用了旧海带浮纆等几种采苗器材,达到了采苗效果好、成本低、经久耐用、来源丰富、操作方便等目的。现将试验结果分别论述。

(一) 旧 草 纆

烟台附近养殖海带通常多用岩草浮纆或稻草浮纆,直径4.3至5.0厘米。每年10月下旬至11月,即水温降至18℃以后,架于海上。翌年6月收割海带后,于6月下旬至7月初收到岸上,废弃或供作燃料。

海中浸泡8个月之久的草纆,已适宜贻贝附苗。收纆季节正值贻贝附苗盛期,收纆时,纆上已附着的贻贝春苗个体尚小,常不引人注意。收纆后,纆上附着的幼苗全部损失。在海中还有一部分幼虫除附于沿岸码头、浪坝或船底处外,其余的浮游幼虫也由于缺乏附着基而消失。在这种情况下,烟台海域贻贝自然苗源的潜力便年复一年的没有条件发挥出来。这种人为的大量损失幼苗而影响贻贝发展的情况,在1972年春我们尚未确认。当时为了解决苗源问题在分析烟台海贻贝苗贫乏的原因时,一时还弄不清究竟是亲贝不够、附着基不足或环境条件较差三者那一个为主要矛盾。

针对上述问题,我们遵照毛主席关于“在复杂的事物的发展过程中,有许多的矛盾存在,其中必有一种是主要的矛盾,由于它的存在和发展,规定或影响着其他矛盾的存在和发展”的教导,在贻贝现场充分进行调查研究,于1972年7月初首先在白塑料纆上发现有少量壳长1毫米左右的幼苗,继之在解剖镜下发现旧草纆上有大量幼苗。为此,当时便在海上保留一部分收割海带后的旧浮纆继续试养观察,至8—9月,便明确见到旧草纆的良好采苗效果,从而证明烟台沿岸过去缺苗主要矛盾是附着基不足的原因。现在将1972年保留旧草纆的采苗结果列于表12。表中所列每米旧草纆的采苗数量,一般可供2—7条养殖绳用苗。

1972年利用旧浮纆采贻贝苗的试验结果,给烟台市水产局提供了召开现场会的具体材料。1973年烟台沿岸各养殖场普遍将旧草纆留在海上采贻贝苗,并且收效良好。这一年采的贻贝苗,除满足了烟台市各场、社、队普遍开展贻贝养殖用苗外,还支援了外地生

表 12 烟台沿岸试用旧草绳采贻贝苗的结果 (1972 年)

海 区	检 查 日 期	采 苗 数 量 (个/米绳)	幼苗壳长范围 (毫米)	幼 苗 重 (个/公斤)
芝罘湾 { 东方红养殖区 试验场紫菜养殖区 育苗场后	8 月 11 日	2330	1—22	864
	8 月 24 日	1534	1—26	
	9 月 15 日	5184	4—36	
金沟湾外区	9 月 20 日	1320	2—32	1300
烟 台 港	11 月 14 日	4710	4—54	200

产。从此基本上改变了原来烟台沿岸贻贝苗“贫乏”的状态。

当前旧草绳已成为山东沿岸各苗场采苗的主要器材之一。旧草绳采苗法的优点是：效果良好，成本便宜，量大面广，简便省工。

(二) 浸染煤焦油的岩草绳

有些养殖场队用的岩草浮绳，为了防腐耐用，下海前用煤焦油浸染过。据我们 1973 年的初步试验，用浸染煤焦油的岩草绳的采苗效果也较好，与红棕绳的采苗效果大致相似。现将 1973 年 4 月在芝罘湾挂绳采苗、同年 8 月 10 日的检查结果列于表 13。

表 13 浸染煤焦油的岩草绳与红棕绳采贻贝苗比较

采 苗 绳 别	绳 径 (厘米)	绳 长 (厘米)	挂绳日期	采苗数量 (个/米绳)	备 注
浸染煤焦油的岩草绳	3	55	4 月 20 日	2949	壳长 1—26 毫米, 2894 个/公斤
红棕绳(1)	3.5	58	4 月 13 日	3176	
红棕绳(2)	3.5	57	4 月 25 日	2544	

Maclean (1972) 记述西班牙筏式养殖贻贝的经验时，提到养成用的芦苇绳，用前涂上煤焦油以防腐，但采苗绳不能这样处理。在我们的试验中，采苗绳涂上煤焦油后并看不出对采苗效果的不良影响。这种不同的试验结果，可能与采苗绳投放海中的时间早晚有关。如 Maclean 在同文中记述澳大利亚悉尼港的贻贝 (*Mytilus edulis planulatus* Lamarck) 附苗期为 6 月末至 12 月，投放采苗绳的时期为 6—11 月；而我们进行试验时，是在附苗期前 1 个多月投挂采苗绳，这样将涂有煤焦油的采苗绳在海水中经一定时间的浸泡后，可能会相当程度地消除了某些不利于采苗的因素。

(三) 红棕绳、剑麻绳(白棕绳)及聚氯乙烯绳

根据两年的试验及实际应用的结果，我们认为红棕绳是一种较好的采苗器材。它的优点是：(1) 绳上毛毛及缝隙较多，有利于幼虫、幼苗附着；(2) 经久耐用；(3) 操作方便。

有关红棕绳的采苗效果，前面已有罗列，此处不再单独列举。现仅将 1972 年在烟台进行的红棕绳、剑麻绳及聚氯乙烯绳等三种采苗器材的采苗效果对比于表 14。

从表 14 看来，红棕绳采苗效果较好(数量多，个体大)，聚氯乙烯绳次之，剑麻绳较差。

表 14 红棕绳、剑麻绳及聚氯乙烯绳采贻贝苗效果比较
(1972 年 5 月 18 日挂绳, 9 月 15 日检查)

绳 别	绳 长 (厘米)	绳 径 (厘米)	采苗数量 (个/米绳)	平均每平方米绳 表面积采苗个数	苗 重 (个/公斤)
红 棕 绳	125	2.2	3662	5.3	630
剑 麻 绳	162	3.3	1178	1.1	812
聚氯乙烯绳	170	0.6	795	4.2	772

这种差别是由于质料、颜色、结构还是其他什么因素的影响尚不清楚,有待于进一步的研究。单从结构看来,可能红棕绳较好些。

红棕绳已成为当前贻贝采苗的主要器材之一,不过来源有一定限度。

(四) 海带叶片上的贻贝附苗现象

海带叶片不是采苗器材,此处仅记述上面附着贻贝苗的情况。

多管藻、仙菜、石花菜等丝状红藻类大量附着贻贝礁行幼苗,以后再脱离这些藻体、迁移再附着到其他附着基上去的现象,已为人们所注意(参见 Bayne, 1964),但海带叶片附着贻贝苗的情况,作者尚未见文报道。

1973 年 6—7 月收割海带时期,我们在芝罘湾及金沟湾的养殖海带及野生海带上都发现附着一些贻贝苗。一般说来,叶片基部附苗较少,梢部附苗较多。这些苗常积聚成堆,附着于叶片凹陷部位或褶皱凹处。现将 1973 年 7 月 13 日金沟湾贻贝养殖区野生海带上贻贝附苗情况的检查结果列于表 15。

表 15 金沟湾野生海带叶片上贻贝附苗情况 (1973 年 7 月 13 日检查)

海带叶片号数	叶 片 基 部		叶 片 梢 部	
	长 度(厘米)	附 苗 个 数	长 度(厘米)	附 苗 个 数
1	65	10	45	527
2	50	5	48	236
3	45	7	35	85
4	40	5	40	119
5	50	3	35	74
6	45	1	38	50
7	37	1	32	170
8	35	1	45	70
平 均	45.9	4.3(2.5%)	39.8	166.4(97.5%)

从表 15 看来,金沟湾海带叶片上的贻贝苗,97.5% 附着于长度不及叶片之半的梢部。这可能是由于白烂凹皱的叶片梢部较平滑健壮的基础更容易附着的缘故。每片海带上附的苗,多者达 500 个以上。从整个海区着眼,海带上的附苗总数也相当可观,这时期的贻贝苗,小者壳长不及 1 毫米,大者达 8 毫米,小于 3 毫米的占 50% 以上。至 9 月 3 日,壳长已达 3—32 毫米(多数为 9—24 毫米)。有的聚集成较大的一团,但仍能附着于梢部的白烂部位(图 11)。我们尚不清楚它们来源于初次附着苗还是再次附着苗,但据其大小

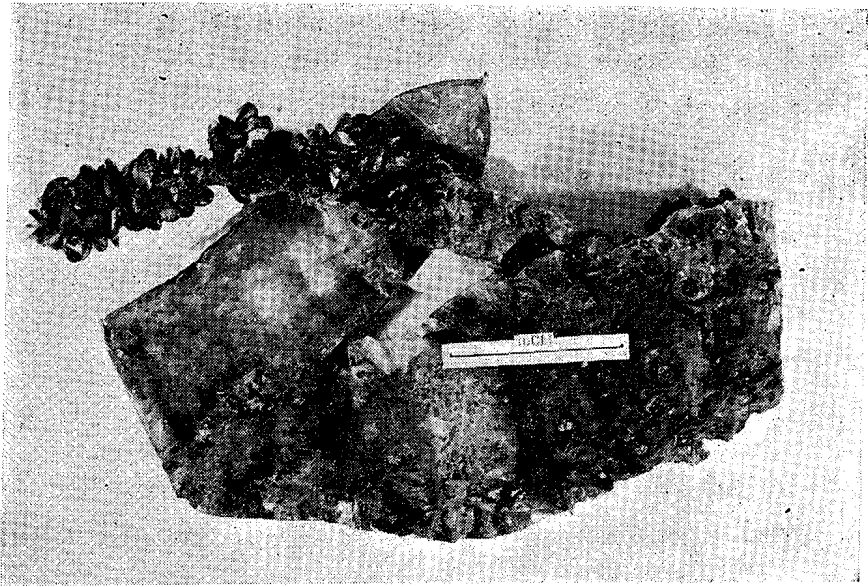


图 11 海带上附着的贻贝苗 (1973 年 10 月 3 日采自烟台金沟湾)

说明, 海带叶片不像多管藻等丝状藻那样, 仅是其蹉行幼苗期的临时附着场所, 在海带叶片尚未烂掉以前, 它们将继续定居下去。

九、小 结

烟台沿岸的贻贝, 肥满度升至 20% 以上的肥满期及降至 15% 以下的消瘦期, 一年中各有两个, 前者为 9 月及 12 月至翌年 4 月, 后者为 5 月上旬及 6—8 月。

干鲜比值的变化范围为 3.0—8.6%, 达 7.0% 以上的时期为 9 月及 12 月至翌年 4 月。

生殖期一年有两个, 春季生殖期为 4—7 月, 盛期为 5 月前后, 秋季生殖期为 10—11 月。眼点幼虫的出现盛期为 5 月下旬至 6 月中旬。附着变态期幼虫壳长 220—310 微米, 平均约 250 微米。

烟台的贻贝苗有春苗和秋苗两种。春苗量大, 附苗期为 5 月下旬至 8 月, 盛期为 6 月中旬至 7 月下旬。秋苗量小, 附苗期为 10 月下旬至 11 月中旬。

芝罘湾苗场以中南部 5 米等深线以外处附苗数量较大, 与眼点幼虫的水平分布状况大体一致。

贻贝附苗的水层分布趋势为越上层越多, 越下层越少, 0—2 米层的采苗效果较好。

烟台沿岸各海区中以烟台港及芝罘湾两处采苗效果较好, 金沟湾及西口沿岸次之, 担子岛又次之, 崆峒岛较差。

在烟台沿岸发现壳长 0.3—2.5 毫米的贻贝幼苗, 脱离附着基随水流移动, 附着他处。采苗器上采的幼苗至少有 15—20% 为再次附着苗。因此海上采苗及养育人工苗必须选择适宜的海区。

烟台沿岸 1972 年以前贻贝苗贫乏的原因, 首先为附着基不足, 其次为亲贝不足。试用收割海带后的旧浮纆采苗得到良好效果。现已推广应用。红棕绳是较好的采苗器材。

浸染煤焦油的岩草绳在附苗盛期前约2个月挂到海上,采苗效果与红棕绳近似。

在党的领导下,烟台沿海各养殖场、队,自1973年起在海上广泛保留旧草绳、大量挂采苗绳及普遍开展贻贝养殖以来,各港湾已发展成较好的贻贝苗场,彻底改变了过去的缺苗状态。

毛主席教导我们:“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成”。本文主要是1972—1973年调查研究工作的总结,有些成果虽已推广应用,但仍需通过反复实践,不断总结提高。

参 考 文 献

- [1] 李洁民等, 1964. 中国几个主要海港附着生物生态的研究. 海洋与湖沼, 6 (4): 371—408.
- [2] 张福绥, 1963. 紫贻贝幼虫幼苗生活习性的观察. 动物学杂志, 1963 (3): 129—132.
- [3] 蔡难儿, 1963. 贻贝 (*Mytilus edulis* L.) 生活史的研究. 海洋科学集刊, 4: 81—94.
- [4] 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, 1977 (1): 30—37.
- [5] 细见彬文, 1966. 须磨海岸におけるムラサキイガイの成長について. 日本生态学会志, 16 (3): 109—113.
- [6] Bardach, J. E., Ryther, J. H. and W. O. McLarney, 1972. Culture of mussels. in *Aquaculture*, pp. 760—776.
- [7] Bayne, B. L., 1964. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. *Journ. Anim. Ecol.*, 33(3): 513—523.
- [8] ———, 1965. Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* L. *Ophelia*, 2: 1—47.
- [9] Berner, L., 1935. La reproduction des moules comestibles (*Mytilus edulis* L. et *M. galloprovincialis* Link) et leur répartition géographique. *Bull. Inst. Oceanog.*, 680: 8.
- [10] Chipperfield, P. N. J., 1953. Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* L. in British waters. *Journ. Mar. biol. Ass. U. K.*, 32: 449—476.
- [11] Coulthard, H. S., 1929. Growth of the sea mussel. *Contr. Canad. Biol. Fish. N. S.*, 4(1—2): 123—136.
- [12] Engle, J. B. and V. L. Loosanoff, 1944. On season of attachment of larvae of *Mytilus edulis* L. *Ecol.*, 25: 433—440.
- [13] Maclean, J. L., 1972. Mussel culture: Methods and prospects. *Austr. Fish. pap.*, 20: 1—13.
- [14] Mass Geesteranus, R. A., 1942. On the formation of banks by *Mytilus edulis* L., *Arch. néerl. Zool.*, 6: 283—325.
- [15] Nelson, T. C., 1928. Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations on the behaviour of the larvae of allied genera. *Biol. Bull. Woods Hole*, 55: 180—192.
- [16] Newcombe, C. L., 1937. A study of the community relationships of the sea mussel, *Mytilus edulis* L., *Ecol.*, 16: 234—243.
- [17] Thorson, G., 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Øresund). *Medd. Komm. Havundersøg., Kbh Ser. (d): Plankton*, 4(1): 1—523.
- [18] Verwey, J., 1952. On the ecology and distribution of cockle and mussel in the Dutch Wadden Sea, their role in sedimentation and the source of their food supply. *Arch. néerl. Zool.*, 10: 171—239.

A STUDY OF THE MUSSEL SPAT-COLLECTION ALONG THE COAST OF YANTAI AND RELATED PROBLEMS*

Section of Experimental Molluscan Ecology, Institute of Oceanology, Academia Sinica;
Marine Cultivation Experimental Station of Yantai District;
Fisheries Research Institute of Yantai District;
Yantai School of Fisheries

ABSTRACT

With a view to developing mussel culture and to supply shandong seashore with more spats, we launched in 1972 and continued a research program in 1973. After careful investigation, it has been confirmed that Yantai is an ideal site for seed-bed.

Mussels along the coast of Yantai are found to have two fattening periods and two thinning periods. The fattening period is in September, and in December to April of the next year. During this period the fatness of the mussels which is calculated as the weight of dried meats/the weight of shells, will increase by more than 20%. The thinning period during which the fatness of the mussels will decrease to less than 15% is in early May and in June to August.

The ratio between the weight of dried meats and that of fresh mussels ranges from 3.0% to 8.6%. In September and December to April the next year, the ratio can reach 7.0% of more (fig. 2).

There are two reproductive periods in a year, *viz.*, April to July and October to November. The bloom period for the emergence of eyed larvae is in late May to mid-June. During the period of metamorphosis, the length of the larval shell varies from 220 to 310 μ , averaging 250 μ (fig. 5).

There are two kinds of seasonal spats in Yantai, *viz.*, spring spat and autumn spat. The output of spring spats is bigger than that of autumn spats. The period of attachment for spring spats begins in late May extending to August and reaches its peak in mid-June to late July (table 2). The period of attachment for autumn spats begins in late October and extends to the middle of November.

The number of attached spats reaches its maximum at places beyond the five-meter isobaths in the mid-south part of the Zhifu Bay seed-beds (fig. 9). This is virtually in agreement with the horizontal distribution of eyed larvae (fig. 4).

The top 0—2 meters of water yielded the greatest number of attached spats, with decreasing number downwards (table 8, fig. 8).

Of the regions along the coast of Yantai as far as spat collection is concerned, Yantai Harbour and Zhifu Bay rank the first place, Jinguo Bay, Sikou, Danzhi Island the second and Kongtong Island the third (fig. 9, table 10).

It is recommended that the spat-collecting ropes be hung into the sea two or three

* Contribution No. 397 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

months prior to the bloom period of spat fall (table 4).

In the plankton samples, we have found some mussel spats with a shell length of 0.3—2.5 mm (table 5). These spats had departed from the original substratum and flowed with the water before they finally reattached themselves. We also discovered that there are at least 15—20% of such reattached spats on the spat-collector (table 6). It is therefore essential to note that both the process of spat collection on the sea and the process of transplanting artificially reared spats to the sea have much to do with the proper selection of localities.

The lower yield of mussel spats along the coast of Yantai before 1972 was due primarily to the insufficiency of substrata and due next to the lack of parent mussels. Our experiment in using the secondhand floating roped [left there after the harvest of "Haidai" (*Laminaria japonica*)] for collection of spats has brought about most satisfactory results (table 12) and the method has now been popularized and established for nation-wide application. Palm rope is a material good for spat collection. Tarred "Yancao" ropes put to sea two months before the bloom period of spat fall will also bring results as good as if Palm rope is used (table 13).