

胶州湾贻贝的繁殖期*

张福绥 何义朝 刘祥生 李淑英 马江虎 楼子康

(中国科学院海洋研究所)

陈昭华 张秀峰

(青岛市第二海水养殖场)

胶州湾为我国北方沿岸较大的内湾,面积辽阔,风浪较小,近岸毗连青岛市区,水质肥沃,底质多为泥沙,适于筏式养殖。湾内除原已广泛养殖海带外,1971—1972年胶南县沿湾有关公社及青岛第二海水养殖场等单位开始移苗养殖贻贝,效果良好,养殖范围逐年有所扩大。

随着贻贝养殖数量不断增多,海中设置的海带及贻贝养殖浮筏上都发现有贻贝苗附着。开始数量虽然较少,但有连年增多的良好趋势。考虑到该湾贻贝苗源发展的前景——有可能逐渐发展成一个自然采苗场,因此我们除调查研究贻贝的产卵期外^[1],于1974—1975年着手调查了其幼虫在湾内的出现季节和附着时期,为开展大规模自然采苗提供必要的生物学根据。

胶州湾属于暖温带性质的海域^[2],水温的季节差异一般为25℃左右,在纯自然条件下,冷水性适温特点的贻贝仅能在东部的港内出现,从未见到在全湾范围大量滋生。生产实践证明,在一定的人工辅助条件下(如大量养殖成贝和增设浮筏式采苗器材等),贻贝便能够在这样的海区里大量繁殖。从这一特点着眼,研究这种贝类在该湾的繁殖规律,对生态学和生物学研究均有重要意义。

本文论述的贻贝繁殖期主要包括产卵期、幼虫出现期和附苗期三方面的内容。关于产卵期我们已另有专文报道^[1],现着重提供后两方面的材料。在我国,虽然有些单位曾进行过这方面的调查研究,但专文报道的尚少^[2],迄今尚未见记述胶州湾贻贝繁殖期的材料;而生活在湾内的贻贝,在繁殖方面却特别引人注目,即一年出现两个等间隙的繁殖期。

一、材料与方法

幼虫材料取自青岛大港内和胶州湾东部青岛市第二海水养殖场贻贝养殖区(位于大港外附近,以下简称贻贝养殖区)。采集时间分别为1974年3月20日至1975年1月14日和1974年5月16日至1975年12月16日,以17号绢浮游生物网采集幼虫,一般每星期拖网一次。白天在1—2米水层拖网15—20分钟,以流量计读数记录滤过水体的相对数量,解剖显微镜下计数。为了材料的一致性,本文只计数具眼点的幼虫(包括即将附着的匍匐

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第571号。
本刊编辑部收到稿件日期:1979年3月5日。

幼虫)。

附苗材料同样取自大港内和第二海水养殖场贻贝养殖区。两者都是1974年5月15日至8月6日期间进行的。以2龄贻贝的贝壳作采苗器,将120片贝壳装进一个大网眼网袋内,每次挂到海上两袋。一般在海上停留七天左右取回检查,取时顺便更换新贝壳袋。采苗后的网袋取回后,从各袋壳堆中选外围及中部者40—80片在解剖显微镜下计数附苗个数,并测量幼苗壳长。文中所列幼苗数据系根据80片贝壳的采苗个数计算,以百分值表示。

二、眼点幼虫

浮游生物网采集的贻贝幼虫中,包括各发育期的个体。为了鉴认的准确性及更确切地从此判断苗情和附苗期,我们主要计数了眼点幼虫。未生眼点的个体,较大者也能明确辨认,有时也曾计数做参考,但由于较小者辨认困难,因此全部未生眼点者均未列入统计数字内,尽管有时它比生眼点者还多。

1. 眼点幼虫数量的季节变化

现将1974—1975年的拖网材料列入图1。图中所列的幼虫数量,是指拖网时流量仪读数1000转时所采眼点幼虫的个数。图1表明,贻贝幼虫在胶州湾一年有春、秋两个出现期。仅就眼点幼虫来说,春季开始出现于4月底5月初,在贻贝养殖区一直延续到6月中旬,在大港内甚至延续到7月上旬,历时两个月左右。盛期为5月中旬至6月上旬。大港内的出现期似乎较贻贝养殖区略晚。

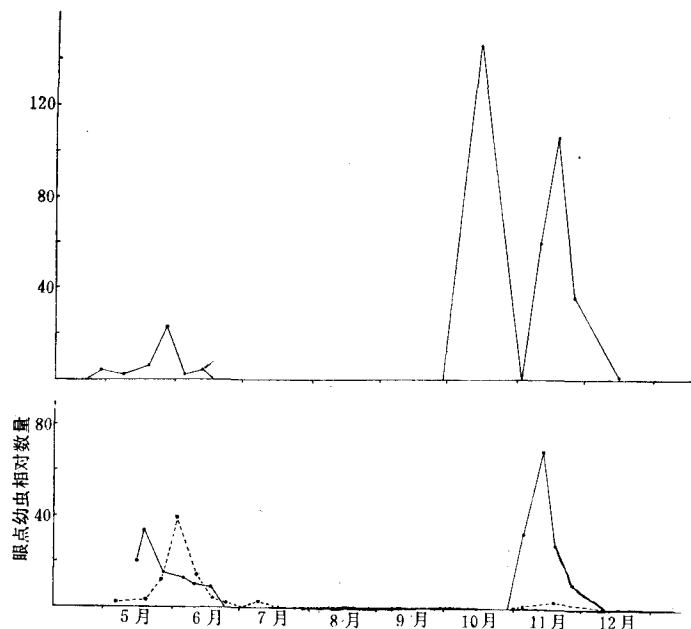


图1 胶州湾贻贝眼点幼虫数量的季节变化

上图示1975年的材料, 下图示1974年的材料, 实线示胶州湾东部贻贝养殖区, 虚线示大港内。

秋季的眼点幼虫,开始出现于10月中旬,一直延续到12月中旬。从1974年的材料看(图1,下),眼点幼虫出现期较短,只表现一个数量高峰,为11月中旬。从1975年的材料看(图1,上),眼点幼虫的出现期较长,历时约两个月,并出现两个数量高峰,即10月中旬和11月中旬。1975年10月15日的拖网材料中,不仅眼点幼虫多,未生眼点的早期幼虫较之更多。同年11月3日的拖网材料中虽然未见到眼点幼虫,但得到相当数量未生眼点的早期个体,它们应为第二个数量高峰的眼点幼虫的前身。这些材料证明,1975年秋季贻贝幼虫出现两个数量高峰无误。

图1还表明,胶州湾贻贝幼虫春季出现期与秋季出现期的间隙长达3个月之久。

应该指出:胶州湾东部贻贝养殖区秋季眼点幼虫出现的数量比春季大,1974年与1975年的材料均如此,1975年尤为明显,而在大港内恰相反,秋季出现的数量远比春季小。

2. 春季与秋季眼点幼虫大小比较

现将1974年3月20日至1975年1月14日期间在大港内及1974年5月16日至1975年12月16日在大港外贻贝养殖区拖网中采到的春季眼点幼虫与秋季眼点幼虫分别图示如下(图2)。

春季眼点幼虫共测量362个,壳长192—317 μ ,平均243 μ ;秋季共测332个,壳长183—267 μ ,平均219 μ ,由此显示出一种有意义的现象,即春季幼虫较秋季者大。

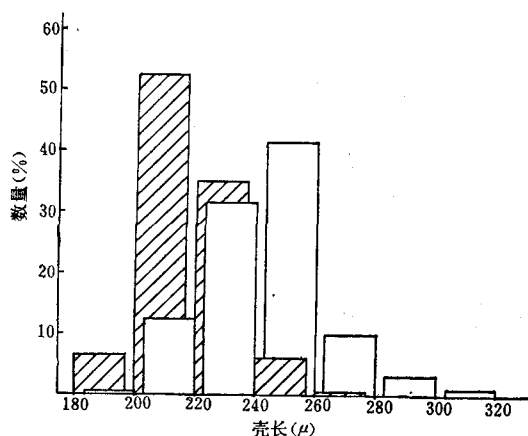


图2 胶州湾贻贝眼点幼虫壳长组成

空白柱体表示春季眼点幼虫(192—317 μ ,统计幼虫362个)

斜线柱体表示秋季眼点幼虫(183—267 μ ,统计幼虫332个)

三、附 苗

贻贝幼虫发育至匍匐期后,遇到适宜的附着基,便附着变态成苗。

1. 附苗数量的季节变化

附苗试验是1974年5月15日至8月6日期间在大港内和贻贝养殖区同时进行的。兹将附苗数量的季节变化情况示于图3。为便于比较,图中列示的附苗数量是将每次投

挂采苗器材的附苗个数换算成平均日采苗量后以百分值表示。

如图3所示,胶州湾贻贝春苗的附苗期为5月下旬至7月初,高峰偏前。这期间海上水温为15—20℃。1974年春季海上养殖的亲贝尚少,幼虫数量不大,附苗量亦较少,因而图上所示的附苗季节可能比实际附苗季节略短,但附苗盛期应为5月下旬及6月上旬比较集中,那时海上水温为15—19℃。

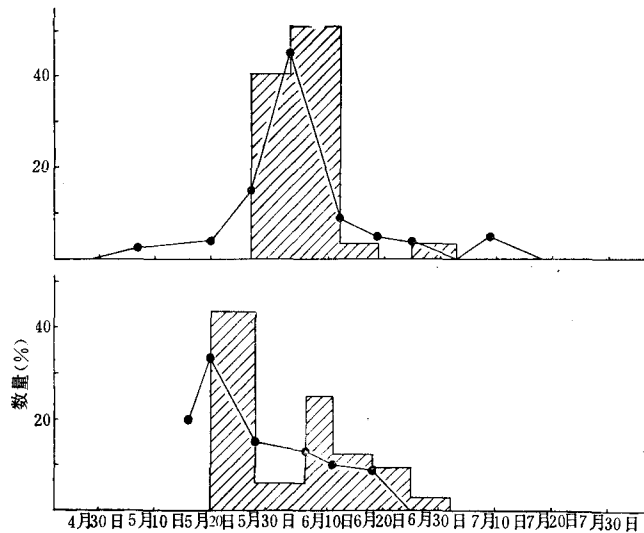


图3 胶州湾贻贝附苗数量的季节变化(1974年春苗)

上图示青岛大港内,下图示胶州湾东部贻贝养殖区,方柱示附苗数量,曲线示眼点幼虫数量

从测量的7个刚附着变态的幼苗的幼虫壳长看来,胶州湾屈附着期的贻贝幼虫壳长为208—283 μ ,平均244 μ 。虽测量的数据较少,平均值的代表性不甚令人满意,但仍显示了附着期幼虫的壳长概况。

2. 苗群分析

以贻贝壳作采苗器,投海7—9天采到的贻贝苗,壳长组成如下:

壳长范围(μ)	苗个数	壳长范围(μ)	苗个数
200—249	5	600—649	1
250—299	12	650—699	1
300—349	3	700—749	0
350—399	3	750—	}
400—449	3		
450—499	2	—1949	
500—549	2	1950—1999	1
550—599	0	2000—2049	0

以上共测苗体33个,其中550 μ 以下者占90.9%。在本次附苗试验中,投海7天的采苗器上采得的贻贝苗,最大者壳长516 μ ;育苗池中投池7天的采苗器上,同样能采到类似大小的苗。据此判断,上面所列200—549 μ 的苗属初次附着苗(当然其中也可能混有少数

再次附着苗);壳长 600μ — 700μ 的个体占 6.1%, 这些苗取自投海 9 天的采苗器上, 有可能为初次附着苗(亦可能为再次附着苗);壳长 1950μ 的苗仅 1 个, 占 3.0%, 属再次附着苗。

在采贻贝苗的同时, 投海 8 天(7 月 17 日至 25 日)的采苗器上附有壳长 1400μ 的褶牡蛎苗, 二者对比, 贻贝苗生长较褶牡蛎苗慢得多。

3. 附苗盛期与眼点幼虫出现盛期比较

通过附苗盛期与眼点幼虫出现盛期比较, 就可检验调查结果的正确程度。图 3 列示了 1974 年春季繁殖期贻贝眼点幼虫出现盛期与春苗附着盛期的调查结果, 二者在大港内及贻贝养殖区表现了类似的情况, 即在眼点幼虫数量高峰之后, 接着出现附苗的数量高峰。按贻贝幼虫的发育情况, 自出现眼点到附着通常约经 1 个星期^[1]。我们统计的拖网的眼点幼虫中, 既包括刚生出眼点的个体, 也包括伸足匍匐即将附着的个体。因此平均说来, 眼点幼虫数量高峰出现后 3—4 天, 理应会出现附苗数量高峰。按我们的试验方法分析(采苗器投海一周后检查附苗结果), 也应在眼点幼虫数量高峰后约一星期取上的采苗器上附着较多的苗。图 3 表示的实际采苗结果与上述推论基本上一致。由此判断, 图 3 列示的附苗盛期与眼点幼虫出现盛期基本上反映了客观的情况。

4. 苗的移动

前面的苗群分析中, 已提到采苗器上有再次附着苗。这些苗在再附着以前, 必然有一个脱离原来附着基随水流移动的过程, 这样的苗称蹠行幼苗。在烟台沿岸的拖网中, 我们曾发现一些移动中的蹠行幼苗^[2], 在青岛大港内及胶州湾内和湾口(大黑栏)等处拖网时, 同样采集到一些这样的幼苗(20 个), 壳长 300 — 3170μ 。其中壳长 300 — 500μ 者占 75%, 800 — 3200μ 者占 25%, 1000μ 以上者占 20%。

上述蹠行幼苗分别于 1974 年 4 月、6—8 月、10 月和 12 月先后拖到。其中 4 月 2 日和 12 月 6 日拖到的壳长分别为 1383μ 和 1370 — 3170μ , 前者应属于 1973 年秋苗, 后者应属于 1974 年秋苗, 6—10 月拖到的均系 1974 年春苗。

四、讨 论

有关贻贝幼虫出现季节的报道, 就作者所知, 多系论及春季繁殖期的幼虫, 尚未见文论述秋季的幼虫。其所以如此, 或许主要由于在报道幼虫的一些海域中, 贻贝一年只有一个繁殖期。

生活在胶州湾的贻贝, 像在烟台沿岸那样, 一年有春、秋两个产卵期^[2,4], 相应地一年也有春、秋两个幼虫出现期和附苗期, 即一年有两个繁殖期。贻贝繁殖包括了精卵排放、幼虫生长发育和附苗等生物学阶段, 繁殖期就是指群体完成这些生物学阶段所经历的时间。贻贝在胶州湾一年有两个繁殖期主要是适应温度的结果, 它清楚地显示了这种冷水性动物在温暖带海域所表现的生物学特点。

据我们几年来的调查研究, 胶州湾的贻贝春季自 3 月底至 4 月初开始生殖, 直至 5 月上旬这期间精卵排放量最大(肥满度达最低值), 以后性腺恢复与精卵排放交替进行直至 6 月下旬^[4]。眼点幼虫一直出现到 7 月上旬。附苗期自 5 月下旬至 7 月上旬, 盛期为 5 月下旬至 6 月上旬。总的说来, 春季繁殖期自 3 月末至 7 月上旬, 约 3.5 个月。秋季于 10

月上旬开始产卵,一直延续到 11 月中旬,再后则不像春季那样出现边恢复性腺边排放精卵的现象。眼点幼虫出现期延续到 12 月中旬。总的说来,秋季繁殖期自 10 月上旬至 12 月中旬,为时 2.5 个月左右。对比胶州湾各季节的水温(表面水温)变化情况(图 4),春季产卵期是自水温回升至 6—8℃ 时开始,一直延续到 21—22℃ 时终止;眼点幼虫的出现期和附苗期可延续到水温升至 23℃ 左右。秋季产卵期自水温下降至 22—21℃ 时开始,一直延续到 11—10℃ 时;眼点幼虫出现期可延续到水温 5℃ 左右。

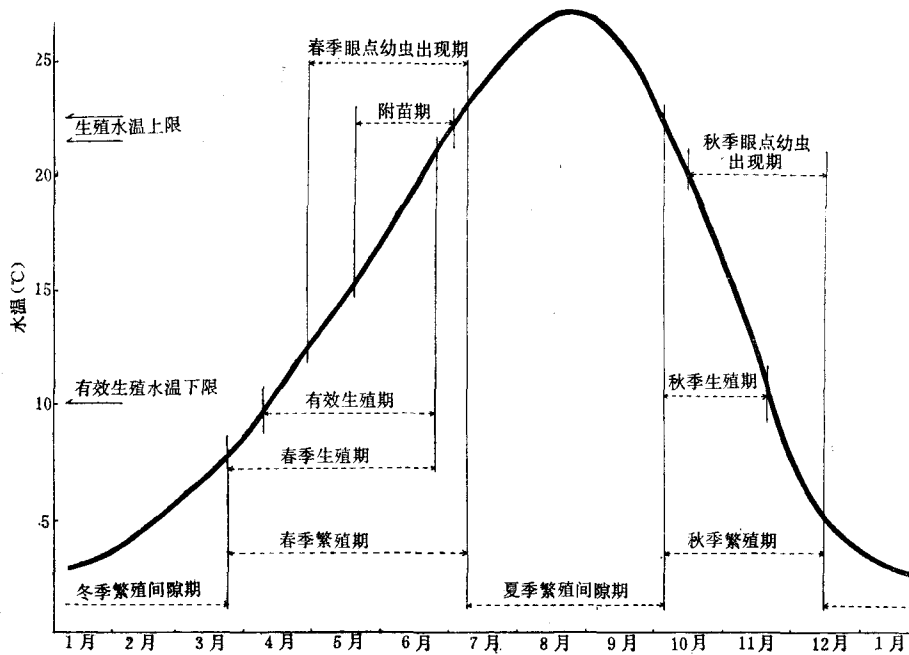


图 4 胶州湾水温的季节变化与贻贝春、秋两个繁殖期的关系

值得注意的是春季产卵期终止时的水温与秋季产卵期开始时的水温大致相同,均为 21—22℃,可视为胶州湾贻贝产卵水温的上限。

春季附苗期大致开始于 5 月 20 日前后(图 3),从这个日期判断,或许只有 4 月中旬以后产卵孵化的幼虫才有可能生长发育变态成苗;4 月中旬以前产的卵可能绝大部分发育不到眼点幼虫期就已经消失,不能完成繁殖的全过程,这种情况与烟台沿岸有些相似^[2]。4 月中旬的水温大致为 10—11℃,与秋季产卵期终止时的水温大体相似。由此设想,当水温在 10℃ 以上时胶州湾贻贝排放的卵才有可能发育成苗,有效生殖可能自 4 月中旬开始。秋季水温降至 10℃ 以下后,即或还有少量排卵,但孵化的幼虫在约 1 个月后的低温条件下可能不会完成变态附着。贻贝春季所以能早在 6—8℃ 时(甚或更低一点)开始生殖,或许是由于其它外在条件的刺激(如大风浪和雨水等)引起的,这时亲贝体内已积累大量成熟的性细胞,对刺激当会特别敏感。

如前所述,胶州湾贻贝的春季繁殖期约 3.5 个月,秋季繁殖期约 2.5 个月,较前者短约 1 个月。从图 4 显示的春季升温速度较秋季降温速度慢这一事实,再结合贻贝所要求的一定繁殖水温范围,就不难理解春季繁殖期较秋季繁殖期长的道理所在,恐怕这也是春苗

通常较秋苗多的原因之一。由此也可设想,秋季水温下降缓慢的年代,将会对产生秋苗有利。1975年秋季,胶州湾贻贝附苗所以较邻近其他年代秋苗明显地多,可能与该年秋末冬初水温较往年高有关。

春季繁殖期与秋季繁殖期之间为夏季繁殖间隙期和冬季繁殖间隙期,二者各为3个月左右,接近于相等。在北半球海域,随着地理位置北移,夏季间隙期将会越短,以致消失,冬季间隙期将会越长。如烟台沿岸,春季繁殖期为4月末至7月,秋季繁殖期为9月下旬至11月,两者间的夏季间隙期则不足2个月(较胶州湾者短),冬季间隙期却长达4个多月(较胶州湾者长)。在大连湾,二者的差别估计会更大。在那些更高纬度的海域,如英国北部沿岸,一年仅出现一个繁殖期,不存在夏季间隙期,那里的最高水温仅为 20°C ^[9,11]。北美东岸北部,同样一年也只有一个繁殖期^[13]。

Hutchins(1947)报告北半球贻贝分布南限差不多相当于夏季最高月平均水温为 80°F (26.6°C)的海域。胶州湾的表面水温夏季最高达 27.5°C ,8月份的平均水温为 26.8°C ,与Hutchins报告的贻贝向南分布的极限水温近似。就亚洲大陆东岸来说,胶州湾是贻贝的分布南限。该湾的夏季最高水温已达贻贝的耐温上限(27°C)^[12]或接近于上限(我国有人认为,耐温上限为 28°C 或更高些)。在地理位置更南、水温更高的长江口以南海域,贻贝便难于在那里长期生存下去。上述一些材料表明,在贻贝的地理分布区内,夏季繁殖间隙期不可能会长于冬季间隙期,即便在其分布区的南限(如胶州湾),最多也不过二者等长,因此似乎可以这样结论:贻贝在它向赤道方向分布的极限海域,表现为两个等繁殖间隙期(两个繁殖期之间是等间隙的)。估计西班牙沿岸贻贝繁殖期的情况可能与胶州湾近似。一年出现两个繁殖期可认为是贻贝在温暖带海区所表现的生物学特点。

Allen(1955)比较了南北两半球贻贝的繁殖水温后,曾推论贻贝向热带方向移至它们的地理分布极限时,或许会出现较明显的春季繁殖。当时他已注意到高温限制了贻贝的繁殖(22°C 以上),并提到水温较低的海域繁殖期较长,水温较高的海域繁殖期较短,而未意料到在后者海域中可能出现秋季繁殖的问题。

烟台港贻贝眼点幼虫出现期为5月中旬到7月中旬;烟台金沟湾为5月下旬到7月中旬^[2]。总的说来,都比胶州湾的眼点幼虫出现期晚约1—2个潮汛。烟台贻贝春季附苗期为5月下旬至7月,盛期为6月中旬至7月上旬^[2];大连湾贻贝的附苗盛期为6月底至7月中^[6]。这两个海区的春季附苗期均比胶州湾者晚,而且越北越晚。这种情况自然与胶州湾春季水温回升较烟台沿岸早、比大连湾更早有关。

就群体来说,幼虫的大小按一般的说法与水温有关,温度较高时个体生长较小,较低时生长较大^[15]。西川(1971)记述的虾夷扇贝幼虫培养结果很符合上述说法。针对这个问题,Loosanoff等(1963)曾在不同温度条件下培养*Mercenaria Mercenaria*的幼虫,但看不出温度影响幼虫大小的显著差异。我们在春季连续两茬培养贻贝苗中,曾发现第一茬苗的幼虫比第二茬者大,前者是3—4月份培养,水温为 $8.2\text{—}15.7^{\circ}\text{C}$,后者为5—6月份培养,水温为 $15.7\text{—}19.8^{\circ}\text{C}$ 。如前已述,在本次调查中,我们又发现春季贻贝幼虫比秋季者大。如以温度因素来解释幼虫大小差异的话,如下的考虑可能更为适宜:影响幼虫生长大小的温度效应,或许在卵的发育成熟阶段比在幼虫生长阶段更为重要(亦或二者同等重要,但似乎不能忽视前者)。春季幼虫由之孵化的卵,是在冬春较低水温条件下发育成熟的,

其中越早期的卵,经受的温度越低;秋季的卵是在夏季较高水温条件下(21—22℃以上)发育成熟的。由于卵和幼虫阶段都经受了不同温度的影响,因而导致春季第一茬幼虫比第二茬者大,春季幼虫比秋季者大。Loosanoff 等实验用的幼虫,是由经受同样温度影响的同时卵孵化出来的,因此虽给以不同的温度条件培养,个体大小仍无明显差异。上述看法是否恰当尚需实验证明。

胶州湾东部贻贝养殖区,1974年和1975年拖网的材料均表明秋季贻贝幼虫的数量比春季大,但从附苗的结果看一般却是秋苗比春苗少得多。这说明秋季的幼虫虽能大量的发育到眼点幼虫期,但其中仅极少数能够继续发育变态成苗。这种情况表明,升温过程的春季繁殖期附苗比降温过程的秋季繁殖期附苗有利得多。

1962年7—8月, Bayne (1964) 在英国门艾海峡拖网中采到贻贝蹠行幼苗109个,其中1毫米以上者占13.8%,但没有大于1.5毫米的个体。1972—1973年5—7月我们在烟台沿岸拖网中得到蹠行幼苗17个,其中壳长1毫米以上者占23.5%,最大个体壳长2.5毫米^[2]。在青岛沿岸拖网中又采到蹠行幼苗20个,其中包括4月、6—8月、10月和12月拖到的个体,除春苗外,尚有秋苗,最大个体3170 μ 。与门艾海峡和烟台沿岸者对比,青岛沿岸的贻贝苗脱离原附着基随水流移动的季节较长、移动的个体较大,概括说来,苗附着后的稳定性较差。这一事实与地理位置越偏南的海域贻贝的保苗率越低是一致的,这可能与胶州湾的水温较上述两海区者高有关。

青岛沿岸养殖贻贝主要集中在胶州湾内,亲贝在湾内繁殖的幼虫自然会随潮流在湾内和湾口一带来回流荡。我们曾以拖网在湾口一带采到幼虫,也采到过浮游的蹠行幼苗。因此,湾口附近的一些海区尽管养贝甚少或不养贻贝,但仍然能够在那里有效地进行生产性采苗。湾口部位海水流动较湾内更为频繁,从而附苗机率会更大些。如湛山湾、太平角湾和大黑栏等海区采苗效果都较好,可能就是这个原因。

蹠行幼苗的移动习性对贻贝的分布有一定的影响,关于它们在胶州湾的移动规律目前了解的还较少,尚待进一步研究。

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 1977 (1): 30—37。
- [2] 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等, 1978。烟台沿岸贻贝自然采苗及其有关问题的研究。海洋科学集刊 13: 89—118。
- [3] 张玺、齐锺彦、张福绥、马锈同, 1963。中国海软体动物区系区划的初步研究。海洋与湖沼 5(2): 124—138。
- [4] 张福绥、李淑英、刘祥生、何义朝、马江虎、陈昭华、张秀峰, 1979。胶州湾贻贝的肥满度。水产学报(待刊稿)。
- [5] 张福绥、楼子康、马江虎、刘祥生、李淑英, 1980。春季繁殖期两茬贻贝苗的培育。海洋与湖沼(待刊稿)。
- [6] 蔡难儿, 1963。贻贝 (*Mytilus edulis* L.) 生活史的研究。海洋科学集刊 4: 81—94。
- [7] 西川信良, 1971。二枚贝の幼生飼育とその采苗。在今井丈夫, 1971。浅海完全养殖第 420—437 页。
- [8] Allen, F. E., 1955. Identity of breeding temperature in Southern and Northern hemisphere species of *Mytilus* (Lamellibranchia). *Pacif. Sci.* 9: 107—109。
- [9] Bardach, J. E., J. H. Ryther and W. O. McLarney, 1972. Culture of Mussels. in *Aquaculture*. pp. 760—776。
- [10] Bayne, B. L., 1964. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. *Jour. Anim. Ecol.* 33(3): 513—523。
- [11] Chipperfield, P. N. J., 1953. Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* L. in British waters. *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.* 32: 449—476。

- [12] Coulthard, H. S., 1929. Growth of the sea mussel. *Contr. Canad. Biol. Fish.*, N. S. 4(1—2): 123—136.
- [13] Engle, J. B. and V. L. Loosanoff, 1944. On season of attachment of larvae of *Mytilus edulis* L. *Ecol.* 25(4): 433—440.
- [14] Hutchins, L. W., 1947. The bases for temperature zonation in geographical distribution. *Ecol. Monog.* 17(3): 325—335.
- [15] Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalves mollusks. in Russell, F. S.: *Advances in marine biology* 1: 1—136.

THE BREEDING SEASONS OF MUSSELS (*MYTILUS EDULIS* L.) IN JIAOZHOU BAY, SHANDONG PROVINCE, CHINA*

Zhang Fusui, He Yichao, Liu Xiangsheng, Li Shuying,
Ma Jianghu and Lou Zikang (Lou Tze-kong)

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Chen Zhaohua and Zhang Xiufeng

(*The Second Mariculture Station of Qingdao City*)

Abstract

Two spawning periods a year were observed for mussels in Jiaozhou Bay. One began in late March and extended up to June, with eyed-larva occurring from late April to early July, here referred to as the spring spawning period. The other commenced in early October and ended at mid-November with eyed-larva occurring from mid-October to mid-December (Fig. 1), here referred to as the autumn spawning period. The spring eyed-larva were larger in size than the autumn ones, the former averaged 243μ in larval shell length (R. 192—317 μ , N. 362) and the latter, 219 μ (R. 183—267 μ , N. 332). (Fig. 2).

The spring spatfall took place from late May to early July, with the peak period between late May and early June (Fig. 3). Both the spring plantigrades and the autumn plantigrades ranging in size from 300 μ to 3170 μ long were collected from the sea by means of the plankton net with mesh opening of 81 μ in size. Individuals 300—500 μ in length made up 75% of the catch while those over 1000 μ long made up 20%.

The temperature conditions in the two breeding seasons, inclusive of the spawning, the larvae-occurring and spatfall periods, are shown in figure 4. The spring-breeding season had a duration of about 3.5 months (from late March to early July), while the autumn-breeding period had a duration of about 2.5 months (from early October to mid-December). The intervals of about 3 month between the two breeding seasons are here referred to as the summer breeding intermissive season and the winter breeding intermissive season.

The temperature in the spring spawning period ranged from 7—8°C to 21—22°C.

* Contribution No. 571 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

The periods for the emergence of the spring larva and for the spring spatfall extended to the date when the temperature was about 23°C. The temperature in the autumn spawning period ranged from 22—21°C to 11—10°C and the period of the occurrence of the eyed-larva was lengthened to the date when the temperature fell to about 5°C. The upper temperature limit for mussels spawning might be somewhere around 21—22°C. The lower temperature limit for effective mussels spawning seemed to be at about 10°C, because in nature it is not likely for the discharged eggs to develop into spats at lower than 10°C in spring. Where as mussels in higher latitudes have only one breeding season within a year, it may be considered as a distinctive biological characteristic of mussels living in warm temperate regions to have two breeding seasons a year.