

西施舌 (*Macra antiquata* Spengler) 人工育苗初步研究*

福建省水产科学研究所

陈文龙 刘德经 许万竹

西施舌是一种个体较大的食用双壳类软体动物，俗称“海蚌”。分布在太平洋的西部，盛产于福建省的长乐局部地区，栖息在低潮线附近至浅海的细砂或软质泥砂中^[3,7]。

西施舌肉味甘美，营养丰富，一贯被我国人民视为海产的珍贵补品。我国早在1765年，赵学敏在“本草纲目拾遗”一书中，就描述了它的一些形态习性，记载了它的采捕方法，并指出它是：“润肺脏、益精补阴要药……”^[1]。但是，在封建及半封建、半殖民地的旧中国时期，这种颇为珍贵的海产贝类，得不到应有的重视，产量很少。解放后，张璽、齐钟彦等(1955~1963)曾陆续报道了西施舌在我国沿海分布的情况。我们从1959年起，在长乐海蚌试验场，进行了西施舌的人工育苗研究，冀图为人工养殖逐步解决种苗的来源问题。

Kandler(1927)曾对亚截形蛤蜊 (*Macra Subtruncata*) 的幼虫及幼苗作过描述(引述宫崎一老)；宫崎一老(1933~1936)^[10,11]对凹线蛤蜊 (*Macra Sulcataria*)、四角蛤蜊 (*M. Veneriformis*)；木下(1934)^[9]；畑中、佐藤、今井等(1942)对萨哈林蛤蜊 (*M. Sachalinensis*)等的发生和幼虫室内培育都曾作过不少的工作。他们用鞭毛虫 (*Monas sp*) 作为饵料，培养出了部分幼苗，但至今未见有西施舌人工育苗的报道。

本文据1959~1964年的材料写成的，其中主要以1963~1964年的实验结果为主，把主要部分提出初步报告，供有关方面参考。

材 料 和 方 法

取长乐县漳港自然海区所产的3~4龄的西施舌，解剖后挤出卵和精液，进行人工授精。授精所用的海水，经过直径在0.15毫米以下的细砂，砂层厚度约5厘米的砂滤器过滤。对于胚体发育，以连续观察进行，标本以波恩(Bouin)氏液或4%的中性福尔马林固定。

幼虫在室内培养到直线绞合幼虫(D状面盘幼虫)时，移到室外池中培育。幼虫培育池建在潮间带上区，每天换入的海水是抽取在大潮期间涨进漳港盐场水库里的海水(按：人工育苗的设计与方法，将在人工育苗的相应部分详细叙述)。幼虫生态习性的观察，在室内外

* 本文曾在1965年全国水产学术讨论会上宣读。工作中承长乐县水产局及长乐海蚌试验场的大力支持，长乐海蚌试验场肖孝孟、王依银等同志及长乐县水产局黄纲波、念保华、石玉心等同志给予热心帮助。又承郑重教授、朱树屏教授、谢玉坎先生等审阅，并提出许多宝贵意见；上海水产学院郑刚先生为本文提供了不少有关文献，一併在此致谢。

結合进行。盐度以摩尔硝酸法滴定。

培育过程和观察結果

(一) 人工授精

西施舌的繁殖季节在每年的4~7月間^[8]。我們选择3~4齡的西施舌，先洗去貝壳上的泥砂，用小刀切断前、后閉壳肌，使其貝壳开启，并用过滤海水冲洗外套腔。雌、雄个体經鉴别分組之后，即行挤卵。授精时雌、雄个数的比例采用3:1~2:1。所获得的卵子經若干次反复洗滌和沉淀，借賴于成熟卵子下沉較快的特点，除去沉淀較为緩慢的一部分不成熟的卵。当精子加入之后，应保持卵的悬浮状态，防止沉积而影响受精和发育。卵一旦受精之后，再連續洗滌5~6次，洗去多余的精子和未能受精的不成熟卵。經過这样一系列的处理，在它适应的条件时，受精率和孵化率往往都在95%以上。

(二) 胚体发育及其变态

西施舌成熟卵的直径約为68微米，它包被着一层厚度約15微米的胶质膜（即第二卵膜 Secondary egg membrane）（见图版 I : 2）。精子头部呈圓錐形，径2.5微米左右，尾絲长达38~46微米（见图版 I : 1）。在一般的适应条件下，卵受精后20~40分钟，出現第一极体，50分钟前后放出第二极体（见图版 I : 4~5）。一小时后，受精卵开始分割，第一次分割成大小不等的两个分割球（见图版 I : 6），第二次分割为四个分割球，其中有一个較大（见图版 I : 7）。第三次分割时，在动物极部分又出現一組小分割球（见图版 I : 8），此后，随着卵割的继续进行，分割球成偶数倍增（见图版 I : 9~II : 11）。胚体发育至囊胚期时，其周身生有短小的纖毛，它依靠纖毛的摆动，开始轉动（见图版 II : 12）。其卵割的情况与宫崎一老^[10]所述的凹线蛤蜊相类似。受精后約6~8小时，即可发育成担輪幼虫（见图版 II : 13）。受精后約17~32小时，担輪幼虫即变态发育成面盘幼虫（见图版 II : 14）。面盘幼虫培育二天之后，壳頂开始隆起，进入壳頂幼虫期（图版 II : 15），其大小在119×98~124×105微米之間，这时期的幼虫，在它的面盘中央部，經常伸出一束长鞭毛。在正常的情况下，幼虫只需要經過11~13天的培育，即可发育变态为幼苗，而轉入底栖附着生活（见图版 II : 16~17）。初期幼苗的貝壳均为无色透明，棒状的腹足极为发达，首先形成膜状的出水管。体长达到0.5厘米之后，入水管已經形成。此后，体长达到1厘米左右时，貝壳呈現显著的淡紫紅色。

(三) 从受精卵发育到担輪幼虫时期对一些环境因子的适应

1. 水温：根据实验观察，西施舌胚体发育的适应温度，下限为17℃，上限为28℃，最适温度20~24℃。水温在13~16℃时，受精率很低，发育緩慢，滞育在担輪幼虫期，水温在28.8~29.2℃，受精率亦低，发育多畸形（见表1_a）。可見，它的适温幅度較薩哈林蛤蜊和凹线蛤蜊广（见表1_b）。从（表2）所得的結果不难看出，在适温范围内，水温升高发育加快。

2. 盐度：以人工調节配制成的各級盐度海水，先后进行两次实验*。实验表明，西施舌胚体发育的一般适应盐度在15.61~31.68%，最适盐度20.16~28.57%（见表3）。

上述两次实验所用的西施舌，当时所处的环境盐度分别为22.13%和24.28%。

第三次实验是在西施舌（亲貝）处在18.04%的較低盐度情况下进行的。实验結果，胚

* 1963年4月19~20日和1964年6月28~29日各一次。

表 1. 水温与卵的受精及其发育的关系

水 温 (°C)	实 验 结 果
13~16	受精率低, 发育缓慢, 滞育在担轮幼虫期
17~19.5	发育正常, 多数能受精发育
20~24	受精率高, 发育正常
25.5~28	受精率高, 发育多正常
28.8~29.2	受精率低, 发育多畸形, 陆续死亡

表 1b. 几种蛤蜊胚体发育适应温度的比较

地 点	种 名	适应水温 (°C)	作者与日期
日 本	凹线蛤蜊 (<i>Mactra Sulcataria</i>)	22~28	宫 崎 (1933)
日 本	萨哈林蛤蜊 (<i>M. Sachalinensis</i>)	16~23	木 下 (1934)
中 国	西施舌 (<i>M. antiquata</i>)	17~28	作 者

表 2 在适温范围内, 胚体发育速度与温度的关系

胚体发育 速度(小时)	温度与盐度			
	17.5±0.5°C S‰=28.57	20±1°C S‰=23.62	23±0.6°C S‰=24.07	27.8±0.8°C S‰=22.78
第一极体出现	01:10	00:40	00:30	00:20
第二极体出现	01:35	01:10	00:50	00:35
第一次卵割	02:00	01:40	01:15	01:00
第二次卵割	02:50	02:30	01:40	01:15
第三次卵割	03:45	03:20	02:10	01:35
桑 椹 期	07:10	06:30	04:40	04:10
囊 胚 期	08:45	07:50	05:20	04:50
担 轮 幼 虫	14:25	09:20	06:30	05:50
D 状 面 盘 幼 虫	38:00	32:30	23:15	17:00

表 3 胚体发育与盐度的关系

盐 度 (S‰) 21.5~28°C	实 验 结 果
3.60~7.52	卵膜膨胀, 或破裂, 精子死亡
8.64~12.84	发育终止在16~32细胞期
15.61~19.27	多数能发育成面盘幼虫
20.16~28.57	发育良好
29.41~31.68	多数能发育成面盘幼虫
33.78~34.69	少数可受精发育, 但终止在囊胚期
35.61~37.14	卵膜收缩, 多皱纹, 精子死亡

体发育的适应盐度介于19.27~24.33‰。由此看来，从受精卵发育到担轮幼虫的最适盐度与其亲体当时所处的盐度密切相关。

我們把在19.27‰盐度中发育的担轮幼虫，分別移到下列各級海水中继续培养，經 24 小时后观察，其結果：(1)盐度在7.7‰，担轮幼虫全部死亡；(2)盐度在 10.59~13.52‰，仍然停頓在担轮幼虫期，俟 3 天之后，尽衰竭死亡；(3)盐度在14.95~34.69‰，可发育变态为面盘幼虫。随后，我們又把(2)組中的一部分担轮幼虫，移到盐度为 18.04~24.33‰中培养，經 10 小时后，逐渐发育成 D 状面盘幼虫 (见图 1)。由此看来，低盐度对担轮幼虫的发育，具有强烈抑制的作用。

3. 担轮幼虫对光的反应：西施舌的担轮幼虫在光度为500~2500勒克司范围内具有明显的趋光现象。

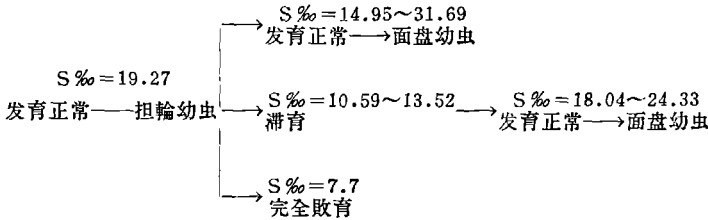


图 1 担轮幼虫对盐度的适应

4. 担轮幼虫对光色的反应：把担轮幼虫放置在用橡皮管連接的玻璃管里，然后分別在各节玻璃管外壁塗上顏色，用70瓦特电光照射 5 小时后，分开各节玻璃管，以 4 % 浓度的中性福尔馬林固定，并立即計数各节所含有的幼虫数量。由(表 4)可見，西施舌的担轮幼虫对各色光具有一定的反应，其中，有26.7%分布在綠色光，18.5%分布在没有色光，18.42%分布在黃色光，而紅光、黑色(遮光)、紫色光則幼虫分布漸次减少。

表 4 担轮幼虫对光色的反应

玻璃管顏色	幼虫数量 个/3毫升	占总数的百分比
綠色	1374	26.7%
無色	943	18.5%
黃色	940	18.42%
紅色	692	13.4%
黑色	650	12.5%
紫色	500	9.5%

(四) 面盘幼虫的培育及其生活习性的实验观察

1. 人工育苗的设备与方法

(1) 室内人工育苗的实验装置，与郭继緒^[2]对紫贻貝 (*Mytilus edulis*) 的室内育苗装置相近似；所不同的，是在出水装置上，采用砂滤法 (见图 2)。

幼虫培养的密度，每升海水有150~200个。在培育期間除了每天更換1/2的海水之外，尚加入片藻 (*platymonas sp.*)。

(2) 室外人工育苗的设备主要的組成部分有：5 匹馬力的柴油抽水机一台，12×3×1.5 米的蓄水沉淀池及其相应的滤水和輸水管道；4×2.5×2 米的幼虫培育池 2 个和 3×2.5×1.2

米的幼虫培育池 2 个。整个育苗系统的组成,参阅示意图(见图3)。

幼虫在室内培养到面盘幼虫,即移到室外育苗池中培育。在幼虫培育期间,每天上午换水一次,每次历时约 3 小时,所换进的新鲜海水,大约相当于原水量的一倍。当新鲜的过滤海水加入之后,培育池的水位升高,由于培育池内外水位差的缘故,池底的水即逐渐往外渗透出去(参阅图 3:8 箭头所示),这样就达到换水的目的。所换的海水,是经过 24 小时的沉淀,并加以用碎石、棕片以及相当于 20 号筛绢(尼龙布)等过滤的。

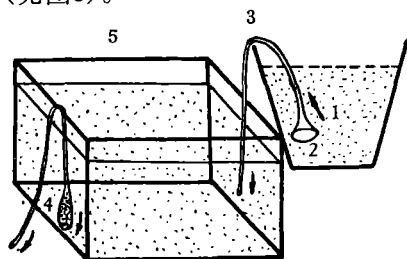


图 2 室内人工育苗装置略图

- 1.水槽; 2.包盖20号筛绢的漏斗; 3.橡皮管;
- 4.破口的标准海水瓶,内装颗粒直径为0.15毫米以下的细砂,并包20号筛绢; 5.玻璃育苗箱。

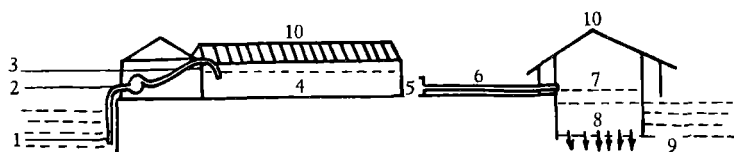


图 3 室外人工育苗进、排水系统示意图

- 1.抽水机的莲蓬头; 2.抽水机; 3.水管; 4.蓄水沉淀池; 5.过滤池; 6.输水管道; 7.进水口;
- 8.育苗池; 9.砂层; 10.竹蓬。

2. 面盘幼虫与温度、盐度、光度的关系

(1) 水温: 1964年6月14日开始培育的面盘幼虫,于6月26日开始下沉附着,历时13日。接着,从6月26日开始培育的面盘幼虫,于7月8日下沉附着,历时11日。前者13日的水温波动范围在22~24.8℃,平均水温23.22℃;后者11日的水温波动范围在25.4~27℃,平均水温26.96℃(见图4)。

西施舌的人工育苗,在每年的4~7月间,正值日照增长和温度上升的时期。1959年和

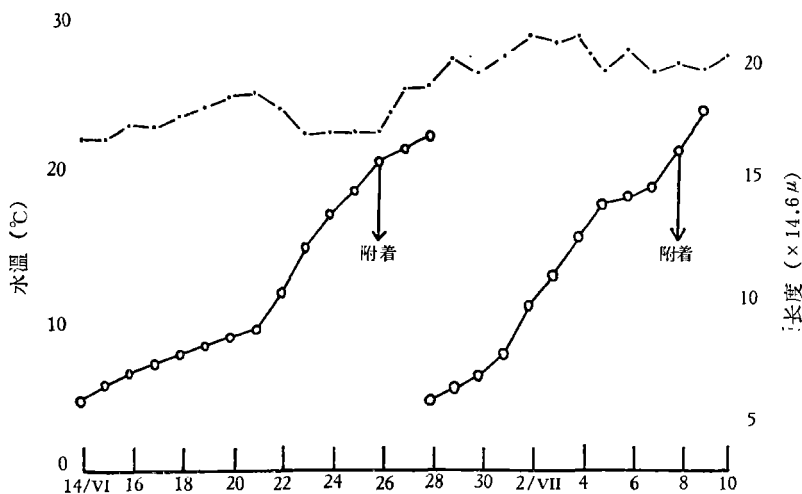


图 4 面盘幼虫生长速度与水温变化曲线

- 水温(℃)
- 面盘幼虫生长曲线

1960 年，我們曾經培育出二批成熟的幼虫，一部分移到敞頂的附着池附着后，由于水温达到 28.4~29.2℃，附着的幼苗全部死亡。

(2) 盐度：面盘幼虫对不同盐度的适应性观察，我們采用了 Davis^[13]的方法。幼虫的培养密度为 250~300 个/升海水。实验持续了 3 日，每日检查幼虫一次，其结果：①幼虫适应盐度在 10.59~33.78‰，②它在 10.59~14.95‰的偏低盐度中，尚能得到正常的发育与生长（这与室外育苗所观察的情况是一致的）。可是，面盘幼虫的适盐范围较担輪幼虫广（见表 6）。

(3) 对光的反应：实验表明（见表 5）面盘幼虫与担輪幼虫恰恰相反，它具有一定的背光性，但不甚显著。

表 5 面盘幼虫对光的反应

玻 管	暗	亮
数量 (个/毫升)	160	90

幼虫经常是飽胃的，它所摄取的食物，通常是 3~5 微米超微型的淡黄色和金黄色难以鉴别的碎屑。看来，每天换取原水量的一倍，基本上能满足幼虫食料的需要。

4. 幼虫的敌害生物

在室内外中，已发生的敌害生物主要是细菌和微小型肉食性原生动动物。其次是夜光虫 (*Noctiluca miliaris*)、裸渦鞭毛虫 (*Gymnodinium coeruleum*)、鏈虫 (*Diastylis sp.*)、拟鈴虫 (*Tintinnopsis sp.*)、网紋虫 (*Favella sp.*)、櫛水母类的側腕水母 (*Plenrobria sp.*)、瓜水母 (*Beroe cucumis*) 和虾类幼体及幼魚等。

(五) 幼苗的附着与生长

1. 附着：西施舌初期幼苗的个体大小，約在 208×189~225×209 微米。在它匍匐爬行时，从足絲孔內牽引着一條透明的足絲。这种临时性附着的生活方式，是它終結浮游生活而轉入底栖附着生活的过渡时期。

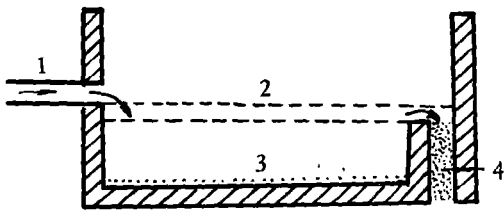


图 5 稚貝培育池进、排水系統示意图

1. 进水管；2. 稚貝培育池；3. 附着基质；4. 滤水（出水）砂层。

时，它在軟泥及細砂中*，均可附着。在盐度为 13.52~14.95‰的两組幼苗，虽然可营附着，但附着后部分幼苗陆续死亡（见表 6）。

从上述的结果，由图 6 可以看出，西施舌阶段发育对环境盐度适应性的差异；幼虫对盐

3. 幼虫的食料

在室内的培育中，我們未曾见过直线鉸合幼虫吞食片藻，即使是壳頂幼虫也很少吞食片藻。室外的育苗并未另行投放人工食料，仅靠日常的換水来提供它的食料。据我們的观察，

幼苗的附着实验和习性的观察是在幼苗附着池（见图 5）和室内結合进行的。通过实验观察，看出，体长在 0.1 厘米以下的幼苗移动能力頗强，它除了爬行之外，有时能借助于腹足的推动而跳跃。这一时期的幼苗，对附着生活没有强烈的要求。体长在 0.1~0.2 厘米的幼苗，附着后具有一定的稳定性。根据实验，盐度在 18.04~34.69‰

* 砂粒直径分别在 0.15 毫米以下及 0.11~0.13 毫米、0.3~0.6 毫米等 3 组。

表 6 盐度对西施舌稚貝生存与附着的影响

盐 度 (S‰)	死 亡 率 (%)	95% 可 信 限 测 驗		附 着 的 观 察
		下 限	上 限	
7.7	100	—	—	不 附 着
10.59	60	47	72	不 附 着
13.52	40	28	53	可 附 着
14.95	10	4	19	可 附 着
18.04~34.69	0	—	—	可 附 着

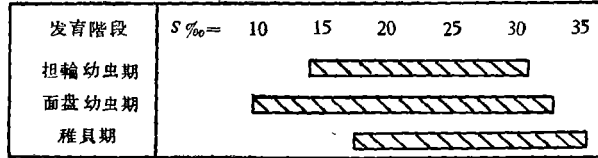


图 6 西施舌阶段发育的适应盐度比較

表 7 稚貝在不同基质中培养36天后生长速度的比較

培 养 基 质	培养36天的平均体长×体高(厘米)	原个体平均体长×体高(厘米)	36天所增长的平均体长×体高(厘米)	每天平均增长的体长×体高(微米)
純 砂 直径0.15~0.6毫米	(1) Y	(2) Y ₁	(3) Y-Y ₁	(4) $\frac{Y-Y_1}{36} \times 10000$
	1.088 × 0.937	0.163 × 0.152	0.925 × 0.785	257 × 218
軟 泥	0.881 × 0.732	0.150 × 0.142	0.731 × 0.589	203 × 164
玻 璃	0.7904 × 0.4553	0.178 × 0.163	0.612 × 0.492	169 × 136

度的适应力大于幼苗，而面盘幼虫則比担輪幼虫对盐度的适应力更强。

2. 生长：实验分下列三組进行：(1)純砂(顆粒直径 0.15~0.6 毫米)，(2)軟泥，(3)玻璃基质。每組培养幼苗 30 个，从 7 月 25 日养到 8 月 31 日，历时 36 天。結果可从表 7 看出，培养在 (1) 組的幼苗生长較快，培养在 (3) 組的幼苗生长緩慢。

培育池換水量的多寡是影响幼苗生长的重要因素。但是，它究竟对幼苗的影响又是怎样呢？为此，我們做了这样的試驗：(1) 組——培养在幼苗附着池，一天仅保持 3 小时的流水；(2) 組——培养在室內水缸中，一天保持 24 小时的流水，为了使缸內海水动盪，进水时采用降水的方法。实验自 7 月 24 日~8 月 31 日，历时 37 天。实验結果，(1) 組幼苗的生长較 (2) 組緩慢，由图 7 中不难看出，它們的生长差异是很显著的。

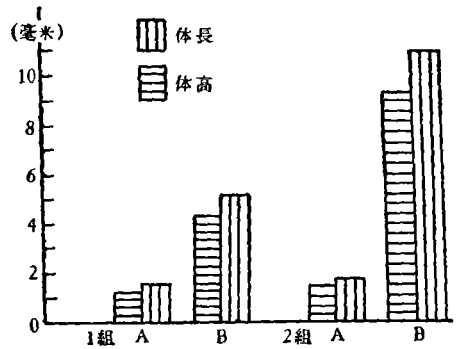


图 7 在不同流水条件中，稚貝生长速度的比較

討 論

西施舌的胚体发育与其他双壳类軟体动物一样，具有一定的适盐范围，但是，它是否固

定不变呢? 达維斯 (Davis 1958)^[13]曾經报道了美洲牡蠣 (*Ostrea virginica*) 生殖腺在盐度約 8.75‰ 里发育的卵子, 与其在 26~27‰ 盐度下发育的卵子相比之下, 前者能在低得多的盐度发育为面盘幼虫。从我們对西施舌的胚体发育实验中, 亦发现这种类似的现象。这说明, 双壳类软体动物胚体发育的适应盐度, 与其亲体所处的盐度有关, 换言之, 亲体对环境盐度的适应性, 是它的胚体早期发育盐度适应性的一个基础。

菊地省吾 (1964)^[12]提到 *Haliotis discus hannai* 的受精卵飼养到浮游期的关键問題, 在于充分洗滌受精卵。这个經驗与我們几年来对西施舌的实验結果是一致的。

菊地省吾 (1964)^[12]还指出, 育苗池中沉淀物及幼鮑排泄物的清除是幼鮑飼育的关键問題, 而在幼虫培育阶段, 菊地省吾尚未提到这个問題。我們认为, 沉淀物和排泄物的清除与否, 是整个育苗过程不可忽視的問題。但应该提出的是, 我們对于消除这些沉淀物尚欠良好的方法。这一問題, 也值得貝类育苗工作者的研究。

剛轉入壳頂期的面盘幼虫, 很少摄食片藻, 看来, 是由于这种片藻个体較大 (6~8 微米), 难以被它吞食的緣故。在它的胃合物中常見的, 通常是 3~5 微米的淡黄色或金黄色的单細胞藻类, 以及灰黑色难以鉴别的微小型食物粒。基于上述原因, 我們认为, 作为西施舌壳頂初期的面盘幼虫理想的食料生物, 应具备以下两个基本条件: (1) 个体在 3~5 微米的超微型浮游生物; (2) 能被它消化利用的。

通过几年的育苗試驗, 我們认为利用天然海水中的食料生物, 也是解决西施舌育苗中食料問題的一个有效途径。

在双壳类软体动物幼虫的飼育中, 敌害的防治是个非常主要的問題。卢杉落弗 (Loosanoff) 和达維斯 (Davis 1963)^[15]在清除牡蠣 (*Ostrea spp.*)、硬壳蛤 (*Mercenaria mercenaria*) 等幼虫的致病生物方面做了不少的工作。我們认为, 增加換水量, 經常更新池水, 保持水质清淨, 不但可能增进幼虫的食料生物, 而且也可能是抑制細菌及原生动植物滋长的一个有效办法, 因为这样幼虫的发育和长成幼苗較好。但也应该提出, 我們对于治疗西施舌幼虫的細菌性疾病, 尚欠有效的方法, 还有待于进一步的研究。

摘 要

1. 本文叙述了西施舌 (*Macrva antiquata* spengler) 的人工授精, 胚体发育及其变态至附着的过程, 并着重叙述了幼虫生活习性及室外人工育苗的初步观察結果。

2. 以解剖采卵法, 經洗卵、沉淀和淘汰处理, 可获得优质成熟的卵子; 卵子一旦受精之后, 連續更新海水, 洗去多余的精子和未受精的卵子, 保持胚体的悬浮状态, 在其发育的适应条件下, 孵化率可达 95% 以上。

3. 西施舌胚体发育适温范围在 17~28℃, 最适温度 20~24℃。

4. 从受精卵发育到囊胚期的适应盐度, 与其亲体所处的环境盐度有密切的关系。幼虫随着阶段发育, 对环境盐度的适应范围也相应地扩大, 而幼苗的适盐范围, 則較幼虫期縮小。

5. 担輪幼虫在光度 500~2500 勒克司的范围内, 具有明显的趋光现象; 而面盘幼虫則有一定的背光性, 但不很显著。

6. 担輪幼虫对光色具有一定的反应, 它趋向于綠色光、黄色光和白色光。

7. 在室外池式育苗中, 以过滤海水, 每天更換原水量的一倍, 能滿足幼虫食料的需要,

幼虫能够正常发育，经过变态到附着。

8. 某些细菌和肉食性原生动物是幼虫的主要敌害。加强换水，保持水质清淨，可能起抑制上述敌害滋长的作用，肯定能提高幼虫培育的成活率。

9. 在适温范围内，从直线铰合幼虫培育到附着，需要 11~13 日，水温的升高，对幼虫的生长有显著的促进作用。

10. 初期幼苗的个体大小约在 $208 \times 189 \sim 225 \times 209$ 微米，它分泌足丝作临时性的附着。体长在 1 毫米以下的幼苗，对附着生活还没有强烈的要求。

11. 体长在 1~2 毫米的幼苗，开始转入较稳定的附着生活。穴居在细砂中的幼苗，比穴居在软泥中生长较快，没有穴居条件的，生长最为缓慢。

参 考 文 献

- [1] 赵学敏, 1765. 本草綱目拾遺, 10 (介部): 490. 人民卫生出版社 1963 年版。
- [2] 郭继緒, 1959. 紫贻貝室內人工育苗試驗, 动物学杂志, 3 (8): 341~345。
- [3] 张璽、齐鍾彦, 1961. 貝类学綱要, 科学出版社。
- [4] 张立言, 1961. 贻貝人工育苗方法的研究, 黄海水产研究丛刊, 10: 12~31。
- [5] 福建省水产科学研究所等, 1959. 海蚌人工試养初步試驗 (油印本)。
- [6] 福建省水产科学研究所等, 1960. 海蚌人工育苗初步試驗 (油印本)。
- [7] 福建省水产科学研究所等 1963. 长乐沿岸底栖软体动物的初步調查, 1963 年福建省水产学会学术年会論文摘要汇编, 17~18。
- [8] 福建省水产科学研究所, 1964. 西施舌性发育及其性变現象的初步观察 (未刊稿)。
- [9] 木下, 1934. 薩哈林蛤蜊 (*Macra sachalinensis*) 的发生与水温关系, 日本貝类学杂志, 4, 365~372。
- [10] 宫崎一老, 1933. 凹线蛤蜊 (*Macra sulaeatria*) 的发生与水温、比重的关系, 日本水产学会志, 2 (4): 162~166。
- [11] 宫崎一老, 1957. 双壳类的产卵、发生及仔貝的习性, 水产学集成, 433~444. 东京大学出版社。
- [12] 菊地省吾, 1964. 鮑 (*Haliotis Discus Hannailno*) 的养殖研究, 1964 年北京科学討論会論文集, 221~236。
- [13] Davis, H. C., 1958. Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities, *Biol. Bull.*, 114: 296~307.
- [14] Davis, H. C., and A. D. Ansell, 1962. survival and growth of larvae of the European Oyster, *O. edulis* at lowered salinities. *Biol. Bull.*, 122: 33~39.
- [15] Loosanoff, V. L, and Davis, H. C, 1963. 貝类孵化場及其前途, 水产譯丛, 1963 (2): 48~55. 张立言譯。水产部海洋水产研究所等編輯。
- [16] Wilson, D. P., 1960. Some problems in larval ecology related to the Localized Distribution of Bottom Animals. *Per mar Biol.* 87~97. U. S. of California press.

A PRELIMINARY STUDY ON ARTIFICIAL CULTIVATION OF SPATS OF *MACTRA ANTIQUATA* SPENGLER

Fisheries Institute of Fukien Province

CHEN WEN-LONG LIU DE-JING XU WAN-ZHU

ABSTRACT

1. The present paper deals with the artificial fertilization, embryonic development, metamorphosis and the process of settlement, with special reference to the living habitat of larvae and the artificial rearing of spat, of a com-

mon edible clam—*Macra antiquata* Spengler.

2. Ripe eggs of superior quality can be obtained by means of collecting eggs through dissection and by washing and settling eggs. Immediately after fertilization, it is necessary to renew fresh seawater, to wash off surplus spermatozoa and unfertilized eggs, and to keep the developing embryos in a suspended condition. Under the favorable environment, the hatching rate can reach as high as 95%, or even higher.

3. The range of favorable temperature for the embryonic development lies between 17~24°C, the most favorable temperature being 20~24°C.

4. The range of favorable salinity for early development, i.e. from fertilization of eggs to blastula stage, is closely related to that of adults. The range of salinity increases with larval development, but the range of favorable salinity for spats appears to be more restricted than for larvae.

5. Within the range of light intensity between 500~2500 lux, the trochophore larvae are markedly positive towards light, i.e. positive phototropic. The veliger larvae, on the other hand, are negatively phototropic, but not very marked.

6. The trochophore larvae show a definite reaction towards the color of light, being positive towards green, yellow and white light.

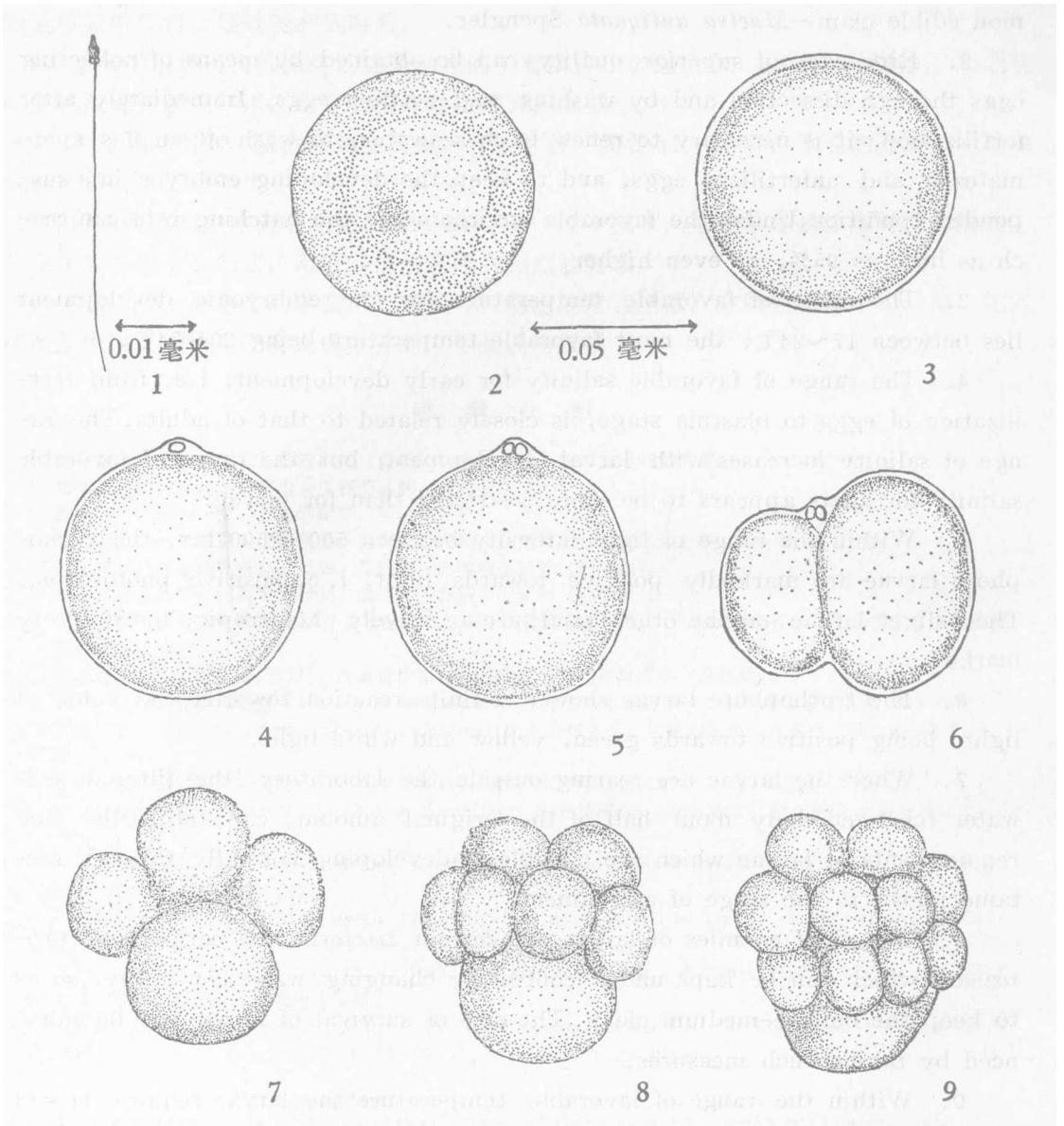
7. When the larvae are rearing outside the laboratory, the filtered seawater (changed daily about half of the original amount) can fulfill the food requirements of larvae which are capable of developing normally through metamorphosis to the stage of attachment.

8. The chief enemies of larvae are certain bacteria and carnivorous protozoans which can be kept under control by changing water constantly, so as to keep the culture-medium clean. The rate of survival of larvae will be enhanced by taking such measures.

9. Within the range of favorable temperature the larvae require 11~13 days to complete the development from the straight-hinged larvae to the stage of settlement. It is possible to accelerate the growth-rate of larvae by raising the temperature.

10. The size of newly-hatched larvae lies between 208 X 189~225 X 209 μ . They attach to the substratum by secreting byssus. The larvae under 1 mm. in body-length have, however, no strong desire for settlement.

11. The larvae under 1~2 mm. in body-length begin to lead a more stable life of settlement. Those inhabiting the fine sand are growing faster than those inhabiting the soft mud; whilst those without the means of settlement are growing slowest.



图版說明

图版 I . 西施舌的胚胎

图1.精虫；图2.未受精卵；图3.受精卵；图4.出現第一极体；图5.出現第二极体；图6. 2細胞期；图7. 4細胞期；图8. 8細胞期；图9.16細胞期。

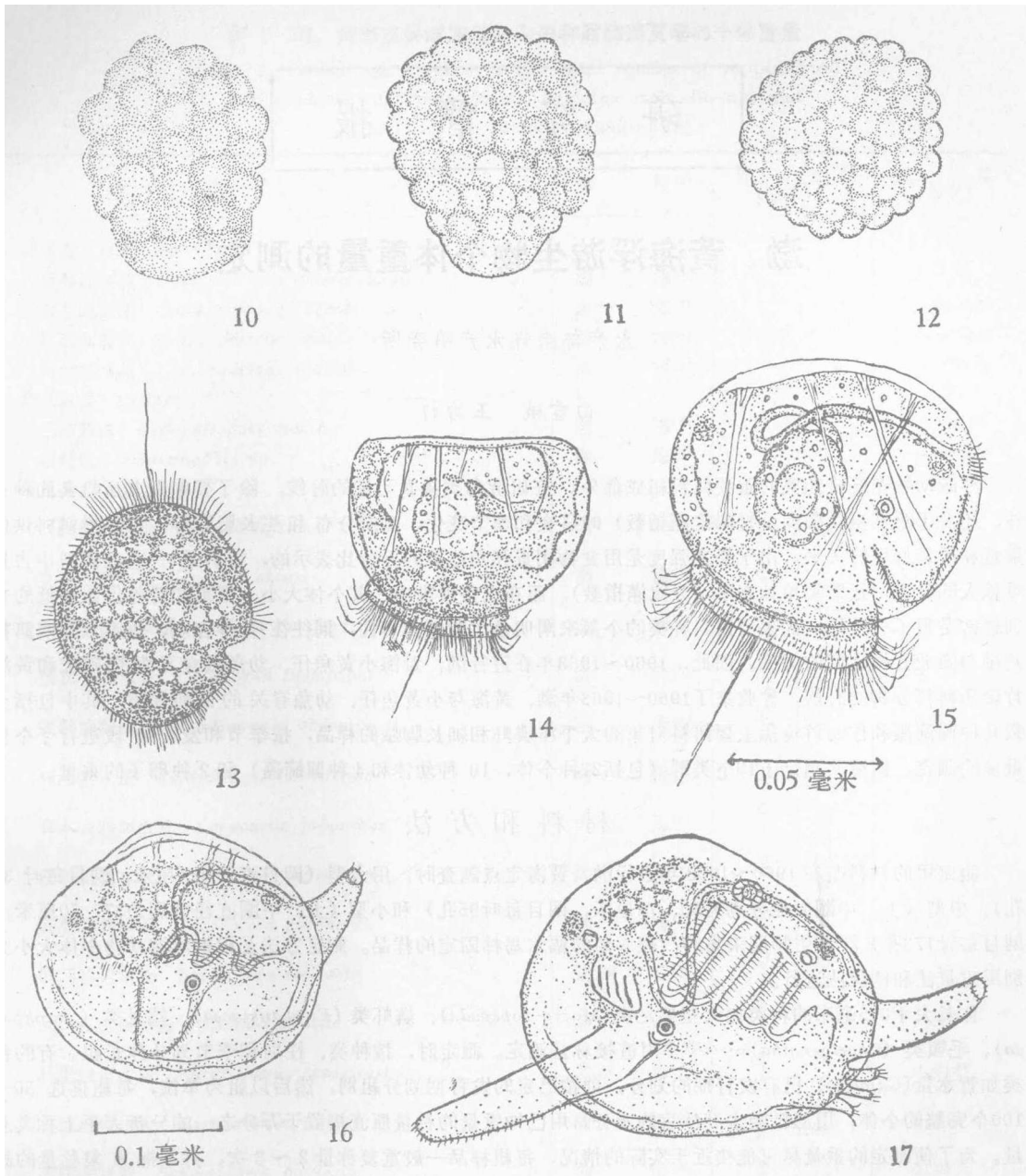
Explanation of Plates

Plate 1 Embryo of *Mactra antiquata*

Fig.1.Spermatozoa Fig.2.Unfertilized egg Fig.3.Fertilized egg

Eig.4.Formation of first Polar body Fig.5.Formation of the 2nd Polar body

Fig.6.2-Cell stage Fig.7.4-Cell stage Fig.8.8-Cell stage Fig.9.16-Cell stage.



图版 II. 西施舌的胚胎

图10.32细胞期；图11.桑椹期；图12.囊胚期；图13.担轮幼虫；图14.直线铰合幼虫（D状面盘幼虫）；图15.壳顶面盘幼虫（4天）；图16.幼苗（13天）；图17.幼苗（18天）。

Explanation of Plates

Plate 2 Embryo of *Mactra antiquata*

Fig.10.32-Cell stage Fig.11.Morula stage Fig.12.Blastula stage

Fig.13.Trochophore larva Fig.14.Larva of straight hinge (D-like veliger)

Fig.15.Veliger of shell apex (4 days) Fig.16.Young shell (13 days)

Fig.17.Young shell (18 days).