

杂色鲍人工育苗的初步研究*

中国科学院海洋研究所鲍鱼组**

福建省水产科学研究所养殖组***

福建省东山县鲍鱼、珍珠贝育苗实验站

鲍是一类经济价值很高的海产软体动物,也是我国海产药用生物的重要种类之一。鲍的足部相当发达,占体重40%左右,堪称海味之冠。鲍壳又名石决明,是我国医药史上应用很早的药品,具有平肝明目的显著功效。

杂色鲍(*Halotis diversicolor* Reeve)在我国广东、福建、台湾都有分布,但数量不大;福建沿海主要分布于东山和平潭两地,漳浦、龙海、晋江近海也有,数量亦很少。杂色鲍对栖息环境有一定的选择能力,一般栖息于低潮区至水深20米左右,潮流畅通、水色清晰、海藻繁茂的岩礁地带;有淡水注入、透明度低的河口或泥沙质底则不适于鲍的生长,因而鲍的分布比较集中于某些特殊海区。

由于鲍的经济价值高,产鲍国家十分重视研究鲍的增殖。在这方面,日本的有关工作者做了较多的工作,他们已由自然采捕发展到蓄养、移殖以至近10年来的人工控制采苗和重要种的养殖。日本的村山(1935)^[1]研究了*Halotis gigantea*的早期幼体发育过程,猪野(1953)^[2]研究了*H. discus*和*H. sieboldii*的增殖生物学,大场(1964)^[3]报告了*H. diversicolor supertexta*的增殖基础,同年菊地^[2]对皱纹盘鲍*H. discus hannai*的生活史及幼鲍的饲养也进行了研究。

我国过去对鲍的研究做的较少,1958年,沿海产鲍区渔民和有关研究机构曾经开展过鲍的人工育苗、移殖以及人工养殖试验,为进一步开展鲍的养殖工作积累了宝贵的经验。无产阶级文化大革命以来,在毛主席的革命路线指引下,鲍的研究工作有了新的进展。1970年6月,在福建省商业局、水产局和东山县革命委员会的领导下,在东山县开展了杂色鲍人工育苗和养殖试验,于1971年首次在国内培育出杂色鲍苗;1972—1973年进一步探索了杂色鲍的繁殖规律、生态习性,同时对辽宁产的皱纹盘鲍进行了南移和人工育苗的研究。本文即是这些研究工作中的一部分,其它部分今后将陆续发表。

一、材料与方 法

人工受精所用的亲鲍采自东山县西屿和头、二、三屿,壳长大于6厘米、三龄以上的个体,由当日从自然海区所采的成鲍中或由早期以羊栖菜*Sargassum fusiforme* (Harv.)、浒苔*Enteromorpha prolifera* (Müll.)和石蓴*Ulva* sp.等进行喂养的成鲍中选取。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第370号。

** 参加本项工作的有:陈木、卢豪魁、庄启谦、高尚武、陈世杰。

*** 参加本项工作的有:陈炳能、谢开恩、吴秀玉。

诱导亲鲍放精产卵主要采用变温刺激,此外也采用海上设置网箱的方法。

1. 变温刺激

在玻璃水族箱(100 × 60 × 30 厘米)内,盛 150 升过滤海水,借加热至 70℃ 的海水缓慢地导入箱内以提高水温,或用塑料袋装冰块置于箱内以降低水温;刺激诱导时,水温变化范围一般为高于或低于原来水温各约 3℃ 为宜;增温过程进行充气,以补充水中的含氧量。放置亲鲍雌雄性比例一般为 3:2 或 2:1 (图 1)。

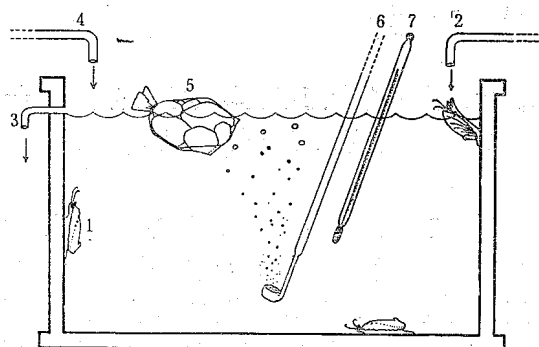


图1 变温刺激实验装置

1. 亲鲍; 2. 过滤海水; 3. 出水口; 4. 加热海水;
5. 冰袋; 6. 充气; 7. 温度计。

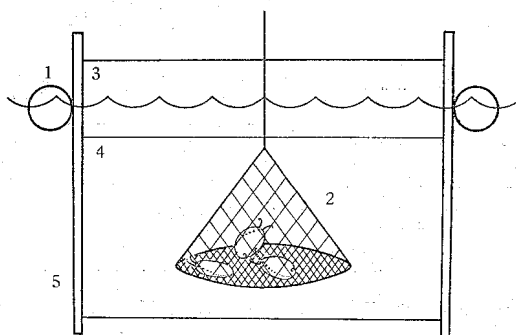


图2 网箱装置

1. 浮筒; 2. 亲鲍网笼; 3. 布; 4. 筛绢布;
5. 网箱支架。

2. 网箱

将经过变温或干露刺激的亲鲍,用小笼吊于海上设置的网箱内(图2)也能够促使亲鲍放精产卵。

幼体采集器的种类:

(1) 波纹板: 以聚氯乙烯塑料或透明的有机玻璃制成的波纹板,长 40 厘米,宽 15 厘米,厚度 1—2 毫米。波纹板的波长为 3 厘米,波高为 2 厘米(图 3, 1)。

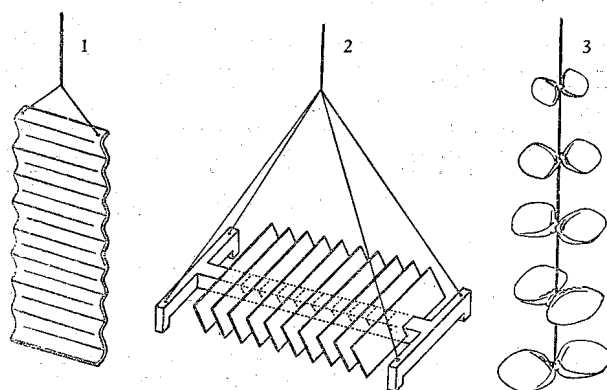


图3 幼体采集器

1. 聚氯乙烯或有机玻璃波纹板; 2. 玻璃片; 3. 文蛤壳串。

(2) 文蛤壳串: 每串以 5 对文蛤壳组成,每对壳距离 12 厘米,壳的内面向上(图 3:3)。

(3) 玻璃片: 以规格相同的玻璃片,每组 10 片,斜插于“I”字架上,玻璃长为 28 厘米,宽 10 厘米,厚 2—3 毫米(图 3:2)。

将以上采集器预先附上底栖性硅藻或置于扁藻培养池内泡浸,然后把这些带有单细胞藻类的采集器移入幼体培育池中采集面盘后期的幼体。

胚胎和幼体发育各阶段的形态特征以及幼体的活动习性的观察均在显微镜下进行,并用显微照相机拍照。

二、育苗过程

1. 亲鲍的选择

东山附近海区的杂色鲍,在水温 24—28℃ 的 5—8 月间性腺发育相继成熟。而 25—26℃ 的 5 月中旬至 6 月底为繁殖盛期。

鲍是雌雄异体,体外受精。生殖腺包住胃和肝脏部分,呈角状。供人工育苗用的亲鲍,从外观看,以具备下述条件为宜:(1)健康无损伤的个体,壳长在 6 厘米以上;(2)性腺外观极为饱满,包住胃和肝脏的绝大部分,基部凸出于壳缘,末端由于充满了生殖细胞而变成圆钝;(3)雄性性腺呈杏黄色,雌性性腺多为紫褐色。

2. 放精产卵

在人工育苗中,我们采用变温刺激的方法获得大量精、卵。1972—1973 年,共进行过 23 批变温刺激,其中精、卵都得到的有 18 批,有效率占总试验批数的 78%,共获健康卵子 950 万粒,受精率和孵化率均达 95% 以上。

1973 年 6 月的一次变温刺激得到的结果如图 4 所示,亲鲍在水族箱内静养 30 分钟后,即开始升温刺激,增温 3.5℃,即从原来水温 25.2℃ 增至预定的温度上限 28.7℃ 的时候,

亲鲍的活动能力明显下降,多数亲鲍伏在底面上,20 分钟后,开始降温,随着温度下降,亲鲍逐渐恢复活动状态,在初次降温的 30 分钟后,雄鲍来回爬行于水族箱的底面上,而后停附于底部或箱壁上,开始放精活动。雄鲍放精前,以足部伸张使贝壳向上提起,然后急剧地收缩肌肉,有节奏地把精液由最后的第 2—4 呼吸孔放入水中,呈烟雾状(图版 III:1),并慢慢地扩散于水体中。当温度下降接近于原来水温

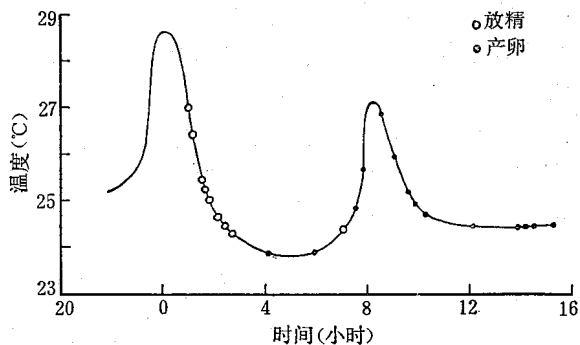


图 4 变温刺激杂色鲍放精产卵的情况

的时候,雄鲍放精活动最为频繁,在 2 个小时内,个别雄鲍放精次数竟达 250 次以上,使水族箱中的水变成乳白色。成熟的精子长达 60 微米,游动十分活泼,其前端具近似圆锥形的顶体 (Acrosome),中段长度为顶体的 3 倍,尾部细长,为中段长度的 5—7 倍。在雄鲍放精 3 小时后,雌鲍开始先兆性地产出少量卵子,雄鲍放精约 8 小时后,即第二回降温的 1 小时 30 分左右,雌鲍开始大量产卵。雌鲍的产前活动和雄鲍不同,产卵前一般爬至接近水面的箱壁上,足蹼的前端离开水面,鲍体急剧摆动 2—3 次,把大量的卵子排于水面附近,即往下爬入水中,然后再次爬至水面进行产卵。成熟卵子呈球形,卵径达 200 微米,在水中卵

粒互不粘附,由水面附近慢慢下沉分散于底面上(图版 III:2)。由于雌鲍每次的产卵量大,所以每个性成熟的雌鲍,一般经过 3—4 次的大量产卵,生殖腺中的卵子就几乎放散殆尽。

据我们得到的材料,雌鲍的产卵量和个体大小有关,较大的亲鲍(壳长 8 厘米以上)其产卵量可达 120 万粒,较小的亲鲍(壳长 6 厘米左右)产卵量约 60 万粒,一般在 80 万粒左右。

3. 发生经过

杂色鲍的卵子在比重 1.022—1.023,水温约 24—26℃ 的条件下受精,经过约 20 分钟,在动物极的顶端出现第一极体,紧接着又出现第二极体(图版 I:1)。受精后的 45 分钟进行第一次等割分裂,在卵轴的平面上分为 2 个大小相等的细胞(图版 I:2)。第二次的细胞分裂出现在受精后的 1 小时,在与第一次分裂面成垂直位置的卵轴上分裂为 4 个细胞期(图版 I:3)。以后的细胞分裂均以动物极为活动中心,由于动物极和植物极细胞分裂活动速度快慢不同,与第二次分裂面垂直而偏于动物极的位置向右旋进行第三次分裂,形成了大小不同的分裂球,这一次分裂为 8 个细胞期,在受精后约 1 小时 20 分完成(图版 I:4)。第四次分裂为 16 个分裂球的胚体,需要 1 小时 40 分左右(图版 I:5)。受精,后的 2 小时 30 分胚体发育至桑椹期(图版 I:6)。受精卵经过 4 小时 15 分左右的发育进入了原肠期(版图 I, 7)。这时胚体稍呈椭圆球形,动物极的色泽在显微镜下呈淡绿色;植物极的 4 大分裂球由于小分裂球外包的缘故,外观已不能看到。这个时期可以清楚地看到原口(Stomodaeum)。

担轮幼体 受精后 6 小时左右,胚体出现了纤毛环(Prototrochal girdle),纤毛刚出现时短而细,摆动能力弱,经过 1 小时后,纤毛束渐增长,摆动力较强(图版 I:8)。在幼体的前缘出现一束细小的顶毛(Apical tuft),孵化前的担轮幼体在卵膜内缓慢的转动,并依靠纤毛环和顶毛的剧烈摆动,有规律地向前冲击卵膜,不久破膜而出,成为孵化后的担轮幼体。初孵化的幼体长为 0.21 毫米,宽为 0.16 毫米。形成纤毛环的细胞共有 24 个,外观细胞边缘为淡绿色,上面为粉红色。由于幼体的转动,在背面位置可以看到壳腺(Shell gland)形成。孵化后的担轮幼体由底面上慢慢地向上游动,由于不具明显趋光性的缘故,在水族箱内幼体的分布是比较均匀的。

从受精卵经过胚胎发育的各个时期,一直到孵化后的担轮幼体所需要的时间是受到受精卵内在因素和外界环境条件所制约。如果精、卵的成熟度较差,虽然能够受精发育,但是胚体往往发生畸形,到了原肠期前后出现滞育,胚体解离。我们在 1973 年的试验中,曾经观察到两批成熟度较差的卵子,在正常的环境条件下,也未能继续发育下去,结果如下表所示。

表 1 正常环境条件下未成熟卵的发育结果

日 期	温 度 (°C)	比 重	卵 子	受精情况	发 育			
					桑 椹 期	原 肠 期	担轮幼体	面盘幼体
73.6	25—26	1.0230	不具膜 大小不一	部份	+	±	—	—
			不具膜 大小不一	部份	+	+	±	—

注:“+”示正常,“—”不正常

正常受精卵的发育速度与水温高、低有密切关系,在适温的范围内,温度较高则胚胎发育较快,如果超出适温范围,胚体就容易出现畸形或滞育后死亡。1973 年 6 月的观察结

果如表 2 所示。说明杂色鲍胚体在 25—28℃ 的温度条件下的发育是正常的。在温度偏低的情况下,担轮幼体孵化的机能明显减弱,因而孵化时间延长,直接影响幼体后期的发育,或者是在卵膜内继续发育至初期的面盘幼体,这种幼体往往在膜内不能孵化而死亡;温度过高也容易引起胚胎或幼体的大量死亡。

表 2 胚胎发育与孵化的时间和水温的关系

日 期	温 度 (°C)	发 育 时 间				
		桑 椹 期	原 肠 期	孵 化 前 的 担 轮 幼 体	孵 化 后 的 担 轮 幼 体	效 果
1973 年 6 月	23~24	2 时 28 分	4 时 10 分	7 时 40 分	11 时 20 分	部分滞育
	26~27	2 时 22 分	4 时 02 分	6 时 20 分	9 时 42 分	正 常
	28~28.5	2 时 00 分	3 时 50 分	5 时 57 分	7 时 07 分	正 常

面盘幼体 受精后的 10—12 小时,壳腺开始分泌薄而透明的、上面具有很多细小斑点的贝壳,顶部稍为凹下而形成面盘,幼体的大小为长 0.21 毫米,宽 0.16 毫米(图版 II:1)。这时的幼体多活动于水层中。经过约 16 小时 30 分形成扭转后的面盘幼体。以后幼体进一步发育,面盘的顶上可以看到眼点,并具有发达的足部,幼体壳(Larval shell)完全形成,壳的表面有很多细小斑点,其间有近似“Y”和“X”字型的两种壳纹。幼体壳呈半透明,薄而脆弱。

这个阶段的面盘幼体,由于贝壳的出现,减少了在水层中的游泳能力,经常停歇于底面上。

受精后的 40 小时,幼体的发育进入了面盘幼体后期,头部触角出现,呈指状,上具少数微细突起。足部较为发达,足蹼开始转向底面,足部周围具有细而短的纤毛,这个阶段的幼体从水层中游泳过渡到匍匐生活。但是,有时候仍然依靠尚未脱落的纤毛带的摆动,作短距离游泳后又停歇于基面上(图版 II:2)。

匍匐幼体 受精后 50 小时,面盘萎缩,纤毛逐渐脱落,失去游泳能力,完全营底栖生活,依靠发达的足部进行匍匐活动,这时幼体大小约为 0.27 毫米(图版 II:3)。

围口壳幼体 受精后 78 小时左右,在幼体壳的前缘增厚,出现了围口壳(Peristoma shell)。幼体吻发达,头部触角突起增多,眼柄出现,面盘完全退化,纤毛环消失。幼体大小长达 0.28 毫米,为围口壳出现阶段的匍匐幼体。

经过 4 天半的发育,围口壳进一步发展,壳长达 0.32 毫米,宽 0.18 毫米,围口壳又伸长 0.05 毫米,眼柄基部的后方出现第一纤毛叶,上具纤毛轮,不停地由外侧向内摆动。经过 6 天半的发育,第二纤毛叶和原鳃均已出现,厣尚存在,这时壳长约 0.45 毫米(图版 II:4)。

幼体发育近 9 天半,厣消失,围口壳进一步发展,壳长达 0.58 毫米,宽为 0.48 毫米,围口壳伸长 0.52 毫米,壳表面出现紫褐色斑点,透过幼壳可以看到灰褐色的肝脏和心脏的跳动,胃部由于吞食扁藻或硅藻,呈绿色或金黄色。

上足分化阶段的匍匐幼体 受精卵经过 10—12 天半的发育,幼体的壳长已达 0.75 毫米,宽为 0.65 毫米,上足触角开始分化,初出现时呈指状突起。头部触角明显地伸长,突起增多,贝壳稍有增厚,足部发达,在基面上具有较强的吸附力(图版 II:5)。

发育至第 16 天,幼体壳已长达 1.15 毫米,宽为 0.89 毫米,上足触角 4 对,少数个体贝壳的表面出现链条状的紫褐色斑。

第 21 天半, 幼体的壳长达 1.64 毫米, 宽为 1.29 毫米, 上足触角 7 对, 其中 4 对比较发达, 上有紫褐色节状斑, 并具小突起。初出现的 3 对上足触角呈指状。壳口的右前缘出现微陷, 也就是意味着 3 天内可发育至幼鲍阶段。受精卵发育第 22 天半, 幼体的壳长为 1.78 毫米, 宽为 1.37 毫米, 上足触角 12 对, 灰白色的贝壳稍带粉红色, 尤其在壳的内唇粉红色较为明显, 壳表面具 2—3 条紫褐色链条斑纹, 形成呼吸孔的内陷也更为清楚了。

受精卵经过胚胎和各个幼体阶段的发育, 到了第 24 天半, 完全形成了第一个呼吸孔而成为幼鲍。平均壳长 1.85 毫米, 宽为 1.39 毫米, 具 14 对上足触角, 贝壳呈浅粉红色, 有些个体贝壳的前缘具有鲜艳的翠绿色或浅枣红色的斑纹(图版 II: 6)。

第一个呼吸孔形成以后的幼鲍, 其生长速度比幼体各个发育阶段快, 一般在 3—4 天内形成一个呼吸孔, 一个月左右开始出现第 3 个呼吸孔, 这时的幼鲍长达 2.54 毫米, 宽为 1.89 毫米。受精后 38 天的幼鲍壳长 2.80 毫米, 已形成了第 4 个呼吸孔。50 天后形成了具有 7 个呼吸孔的幼鲍, 壳长约 4 毫米, 宽约 2.8 毫米。已经能够摄食普通海藻了。

经过 50—60 天的人工培育, 壳长可达 4—5 毫米, 具 7—10 个呼吸孔, 这时候的幼鲍可以移入海中继续饲养(图版 III: 3、4)。

75 天左右, 幼鲍壳长达 5—6.3 毫米, 具 10—13 个呼吸孔, 2 个纤毛叶已经萎缩, 但尚未完全消失。这个阶段的幼鲍, 在人工管理周到和饵料充足的情况下, 生长明显加快。3 个月左右, 生长较快的幼鲍, 壳长约 9 毫米左右, 宽约为 6 毫米, 具 15 个完整的呼吸孔。随着个体的生长, 呼吸孔的数目不断增加, 除了新形成的 5—8 个呼吸孔以外, 先出现的呼吸孔也就逐渐封闭而失去生理功能上的作用。

三、生长速度

1. 幼体的生长速度

以扁藻饲养幼体, 培育池中扁藻密度平均每毫升在 3,000 个左右, 平均水温约 27℃, 比重为 1.022—1.023 的条件下, 同一批的受精卵发育至形成第一呼吸孔的幼鲍, 最快的需要 24 天半, 较缓慢的则需 40 天以上。幼体经过各个发育阶段的时间和个体大小也存在着明显的不同。在幼体发育过程中, 从担轮幼体发育至面盘幼体只需 10 小时左右, 个体每天增长 20 微米。面盘幼体到初期匍匐幼体约需 2 天, 壳长每天仅增长 15 微米, 是幼体发育过程中个体增长最为缓慢的阶段。而初期匍匐幼体至出现围口壳阶段的发育也是很慢的, 个体日增长约 20 微米, 完成这个发育阶段所需的时间约为 1 天半。围口壳出现至上足分化阶段的匍匐幼体需要 9 天左右, 这个阶段的幼体, 日增长约 50 微米。上足分化后的幼体, 个体增长逐渐加快, 平均日增长 80 微米以上(图 5)。形成呼吸孔以后的幼鲍, 其生长速度较幼体的各个发育时期为快, 个体日增长约 90 微米。如以底栖硅藻供幼体为饵料, 其生长将更为迅速, 日增长可达 150 微米以上。

2. 幼鲍的生长速度

1971 年 9 月至 1972 年 8 月观察了人工培育的幼鲍的生长速度。幼鲍系以网笼吊养于浮纆下水深 1.5—2 米处, 水温和比重周年变化范围分别为 12—28℃ 与 1.018—1.024, 定期投以幼嫩的浒苔、石蓴为饵料, 每月测量一次鲍的生长。经过将近一年的人工饲养, 个体平均大小由 5.5 毫米增长至 35.5 毫米, 平均月增长 2.7 毫米, 其中最大的个体近 40 毫米,

生长较缓慢的个体也在 28 毫米以上。9 至 12 月份, 平均每月增长 4.64 毫米, 是一年中幼鲍生长最快的时期, 在这一时期内, 无论是水温或是饵料的质量对鲍的生长都是十分适宜的; 6 至 8 月份, 平均每月仅增长 0.78 毫米, 是一年中生长较为缓慢的季节 (图 6)。

根据观察, 幼体和幼鲍的发育生长速度和周围环境条件 (如: 水温、水质、饵料的质量和数量) 以及个体对它的适应和利用能力有密切关系。

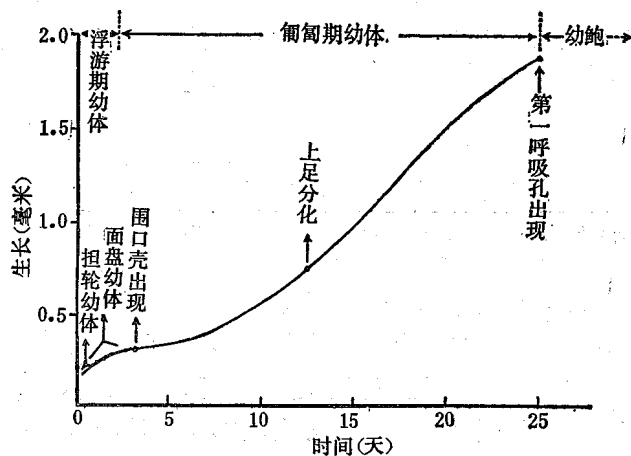


图 5 幼体的生长速度

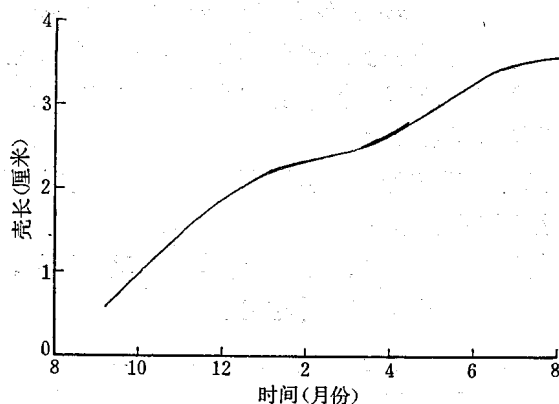


图 6 幼鲍的生长速度 (1971—1972)

四、摄食习性

在鲍的人工育苗过程中, 观察了幼体和幼鲍的摄食习性。鲍的担轮幼体出膜后, 仍然依靠卵细胞内的营养物质为幼体活动和短时间内继续发育所需要的能量来源, 初期面盘幼体也未见摄食, 直至经常栖息于基面上的后期面盘幼体才靠口缘纤毛和纤毛环的急剧摆动, 把少量的单细胞藻类及有机碎屑送入口内, 同时以足部在基面上爬行并吞取少量食物。幼体发育至匍匐期后, 均利用吻部的频繁伸缩活动, 以舐食的方式从基面上获得较多的单细胞藻类为食, 这时可以清楚地看到被舐食过的基面上遗留下明显的痕迹, 特别是上足

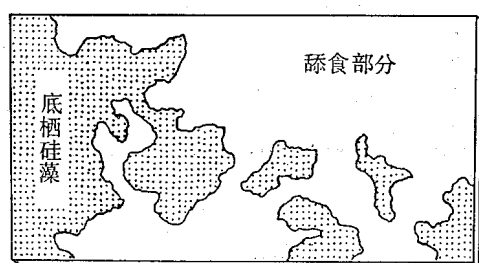


图7 幼体舔食底栖硅藻情况

分化后的匍匐幼体,摄食量显著增大,经过2天的时间,基面上的饵料大部分被幼体舔食掉(图7)。因此,定时投饵,保持培育池内的饵料密度或适当施肥,促进饵料生物繁殖是十分重要的,随着幼体的发育生长,不断地增加投饵量,以适应幼体摄饵量不断增长的需要。若以扁藻为饵料,不同的幼体发育阶段,培育池中扁藻的密度如表3。

表3 不同幼体发育阶段的饵料密度

发育阶段	面盘后期	匍匐初期	围口壳形成	上足分化	幼 鲍
扁藻密度	800个/毫升	1500个/毫升	2000个/毫升	3000个/毫升	>3000个/毫升

幼体进一步发育成为幼鲍后,摄食器官逐渐发达,壳长到4—5毫米时,食性发生了一些改变,开始具有摄取普通海藻的能力。这时的幼鲍,由于出现了避光性的缘故,其活动习性也发生变化,和成鲍一样具有昼伏夜行的活动规律,白昼潜伏于光线较弱的角落,夜间索饵活动频繁,特别是近午夜至黎明前这段时间内,是幼鲍摄取食物的主要时间。

鲍的食物种类随发育生长阶段的不同而异。幼体饵料以易消化和便于吞吃的底栖性硅藻中的舟形藻属中的 *Navicula latissima* Gregory、*Navicula* sp.、月形藻 *Amphora* sp. 为宜。此外,青岛大扁藻 (*Platymonas helgolandica* var. *Tsingtaoensis*) 和亚心形扁藻 (*Pl. subcordiformis*) 以及浒苔、石蓴等海藻类的孢子也可做为鲍幼体的饵料。壳长4—5毫米以后的鲍,则以浒苔、石蓴、羊栖菜、半叶马尾藻、海带、石花菜、紫菜、裙带菜等为饵料,其中尤以羊栖菜、海带等褐藻类更为适宜。

食物种类和贝壳的颜色关系密切,贝壳的颜色随着食物种类的不同而变化,尤以幼鲍更为显著。我们曾经分别以扁藻、硅藻、浒苔和石蓴饲养幼鲍,摄食扁藻、浒苔和石蓴等绿色藻类的幼鲍,其贝壳表面呈现翠绿色,以硅藻为食的则呈枣红色,同时饲养硅藻和绿色藻类的贝壳出现翠绿色和枣红色两种花纹(表4)。

表4 壳色和饵料种类的关系

饵料种类	扁 藻	硅 藻	扁藻,浒苔,石蓴	硅藻,扁藻,浒苔,石蓴
贝壳颜色	翠 绿	枣 红	翠 绿	翠绿 枣红 两种彩纹

五、敌 害

在人工育苗中,敌害生物直接危及鲍幼体与幼鲍的生存;有的则以争基面,夺饵料,污水质,影响到幼体的正常发育,导致幼体成活率下降。因此,敌害问题必须引起注意。

几年来,我们发现培育池中敌害生物主要有:摇蚊科两种幼虫、线虫、多毛类环节动物的石灰虫、矾沙蚕科的幼虫、桡足类、海蟑螂和复海鞘等。其中对幼体影响较大的有:

(1) 摇蚊科幼虫(甲), 俗称红虫。为摇蚊科一种幼虫, 每年在6—8月大量出现, 由于幼虫营管栖生活, 占据了很大的基面, 并夺取大量饵料, 同时还伤害鲍的幼体。一般在暴雨后的10天左右出现的数量最大。我们曾计算它的数量, 在10平方厘米的基面上, 附有15个虫子, 栖息密度每平方米达1,500个。这种敌害生活力强, 对化学药品有一定抵抗力。

(2) 摇蚊科幼虫(乙), 即孑孓。育苗工作开始的半个月后出现, 多栖息于池的角落和垂直壁与附着基的周围。以其强锐的口器伤害鲍的幼体, 并大量地争夺饵料, 其侵入途径可能是随着饵料把卵子及幼虫带进池中或蚊虫直接产卵于池内。

(3) 桡足类。多活动于池的底部, 垂直壁和幼体采集器的基面上, 对鲍幼体虽然没有直接危害, 但由于它的繁殖力强, 约5—6天后, 有些培育池大量出现桡足类, 不但争夺了饵料, 而且由于它的活动结果, 使幼体采集器上的底栖硅藻大量脱落, 影响了鲍幼体的摄食量。

此外, 在海上育苗的网箱中, 曾经在一条黄斑蓝子鱼 *Siganus oramin* (Bloch & Schneider) 的2厘米长、1.5毫米宽的消化道中, 发现吞食鲍的上足分化阶段的幼体172个。

六、讨 论

了解鲍的繁殖习性和提高幼体的成活率是人工育苗的重要问题, 几年来我们对上述问题进行了一些探讨, 现将初步意见简述如下:

1. 杂色鲍的繁殖

自然海区的杂色鲍, 在水温24—28℃的5—8月间性腺发育先后成熟。每年一次繁殖期, 其繁殖盛期出现于5月中旬至6月上旬, 到7月绝大多数个体已产过卵, 并处于繁殖后期的延续阶段, 这个阶段延续时间较长, 一直到8月底。因此, 5月中旬至6月是杂色鲍人工育苗的重要季节, 错过这一时期, 则较难获得大量的精、卵。

不同个体性腺发育快慢存在着显著差异, 早熟个体出现于5月上旬, 但为数甚少, 多数个体在5月中旬至6月上旬性腺发育成熟; 个别亲鲍到8月下旬才进行繁殖, 性腺发育快慢前后相距近4个月。同时, 一样达到性成熟的亲鲍, 性腺的饱满程度也不相同, 这种情况可能和鲍的栖息场所饵料的种类和数量有密切关系。

据菊地省吾^[2]报告, 鲍除了天然产卵孵化外, 不可能从其卵巢将卵取出进行人工受精, 我们曾经选取成熟的亲鲍, 剖取精卵进行人工受精, 虽然发现有个别受精卵, 但仅进行第一次卵裂就不能继续发育下去。在亲鲍性腺发育成熟的条件下, 采用变温刺激的方法, 能够稳定地获得大量的精卵。此外, 利用精子诱导雌鲍或干露刺激的方法, 也能得到较好的效果。

2. 幼体成活率

通过变温刺激亲鲍的方法, 一般能够获得大量的精、卵, 受精率和幼体孵化率均达95%以上, 但是在担轮幼体以后的各个发育阶段, 由于生态习性和形态上发生了相应的一些变化, 在不同程度上幼体出现滞育或死亡, 这种导致幼体死亡的因素是比较复杂的, 我们初步认为有下述几个方面:

(1) 在初期面盘幼体发育至扭转后的面盘幼体阶段以及后期面盘幼体过渡至底栖匍

匍生活这一转变阶段,幼体最容易死亡,是幼体发育过程中生命最为薄弱的环节。如果幼体内在因素(即幼体的健康情况)较差或对它的环境条件(水质和饵料)控制失宜,就可能导致面盘幼体的严重死亡。

(2) 担轮幼体和面盘幼体多数时间活动于水体中,若幼体缠上污物,没有及时摆脱,往往导致幼体脱壳掉岸后死亡。

(3) 围口壳形成后的匍匐幼体,摄饵量大,生活力有了明显的增强,但是在供饵不足和海水更新不够的情况下,可能出现池壁上的幼体爬离水面,干露致死;或者是离开附着器漂浮于水的表面,不久沉入池底死亡。

(4) 饵料的种类与数量是否适宜直接影响到幼体成活率和生长速度。因此,培养良好的饵料种类(即细胞壁薄、易于消化;个体小,便于幼体吞吃;活动习性和幼体相近似的种类)和适当控制投饵量是十分重要的。据大场^[1]报告,预先让底栖性硅藻繁殖在波纹板上,然后供幼体舐吃,育苗效果良好。我们也曾经培养 *Navicula latissima* Gregory, *Navicula* sp. 和 *Amphora* sp. 等底栖硅藻培育幼体,无论是幼体成活率或生长速度方面,其效果均比扁藻饵料为佳。但是,我们在人工育苗中来不及培养大量的底栖性硅藻,而采用扁藻作为主要饵料,这样就不利于提高幼体的成活率,主要原因:①底栖匍匐幼体摄食浮游性扁藻,因彼此习性不相宜,饱的幼体很难获得足够的饵料;②饱幼体舐食到的扁藻,多属老化或濒于死亡下沉的个体,营养差,不易消化;③育苗池水深光线弱,营养盐含量低,因此扁藻投入后,易于老化沉淀死亡。由于每天补给扁藻数量较大,老化死亡的扁藻影响了育苗池的水质。

基于上述情况,以扁藻做为饱幼体的饵料,虽然也能够培育出一定数量的苗,但是要提高饱幼体的成活率和池里幼体的栖息密度,采用底栖性硅藻做为幼体饵料是比较适宜的。

参 考 文 献

- [1] 大场俊雄, 1964. トコアシの増殖に関する基礎的研究——II. 発生について. 日本水产学会志 30 (10): 809—818, 图版 I—IV.
- [2] 菊地省吾, 1964. アワビの养殖に関する研究, 北京科学讨论会论文集 (041) 195—202页.
- [3] 猪野峻, 1953. 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究. 东海区水产研究所研究报告第5号 1—102页, 图版 I—XXXIV.
- [4] 猪野峻, 1966. アワビとその増殖、水产増殖丛书 11, 日本水产资源保护协会, 1—104页.
- [5] 猪野峻等, 1971. アワビの生物学的研究(第一章); アワビ养殖の进步(第四章). 今井丈夫监修: 浅海完全养殖《浅海养殖の进步》, 265—292页.
- [6] 渋井正, 1971. アワビの人工采苗, 同上书. VI. 贝类の人工采苗技术, 第三章, 438—447页.
- [7] Boolootian, R. A. et al., 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. *BiolBull.* 122 (2): 183—193.
- [8] Garliste, J. G. Jr., 1962. Spawning and early life history of *Haliotis rufescens* Swainson. *Nautilus* 76: 44—48, 1 pl.
- [9] Murayama, S. 1935, On the development of the Japanese Abalone, *Haliotis gigantea*. *Jour. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ.*, 8 (3): 227—232.

A PRELIMINARY STUDY ON THE ARTIFICIAL REARING OF THE LARVAE AND JUVENILE OF *HALIOTIS* *DIVERSICOLOR* REEVE*

Chen Mu, Lu Haokui, Zhuang Qiqian, Gao Shangwu, Chen Shijie

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Chen Bingneng, Xie Kaien, and Wu Xiuyu

(*Fujian Institute of Fishery Science*)

Laboratory of Abalone and Pearl Oyster Culture, Dongshan County, Fujian Province

ABSTRACT

The abalone *Haliotis diversicolor* Reeve is widely distributed along the coast of the southern East China Sea and the South China Sea.

Rearing experiments were made on specimens larger than 6 cm collected from the coast waters of Dongshan Dao, Fujian Province. In this region, during the period from May to August, with water temperature between 24—28°C, large quantities of this abalone at different stages of sexual development may be found. Its main spawning season is from mid May to late June at water temperature between 25°C to 26°C.

During the past three years we were successful in inducing spawning of sexually mature individuals under controlled temperature conditions. With an initial sea water temperature of 25.2°C, we gradually raised it to 28.7°C. Twenty minutes after we lowered the temperature of the water 2—3 degrees centigrade below the initial water temperature. Under such temperature conditions the sexually mature male individuals were observed to ejaculate and the female individuals to spawn. The fertilized eggs are spherical, with a diameter of 0.20 mm (including egg membrane), the yolk measuring 0.16 mm.

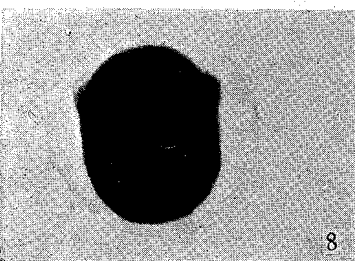
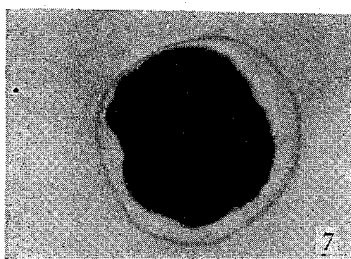
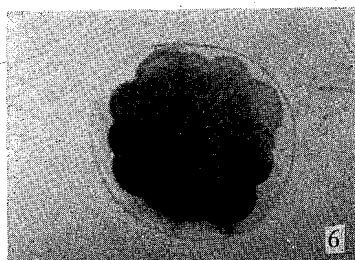
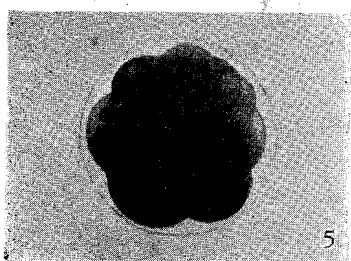
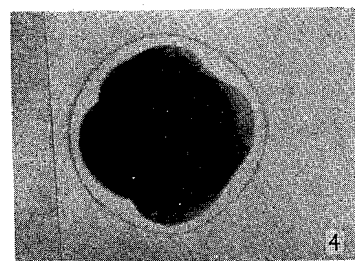
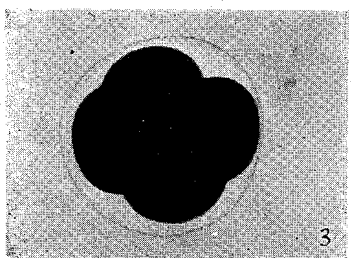
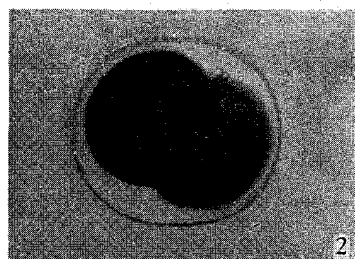
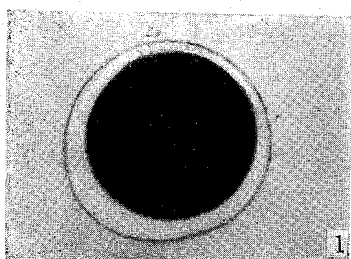
The division of the egg is total, unequal and spiral. The sequence of the embryonic development of the zygote is summarized as follows:

During the veliger stage, at a mean temperature of 27°C, and with *Platymonas helgolandica* var. *tsingtaoensis* as food, the shell increases about 15 μ each day. The shell of peristomal stage increases about 50 μ each day, with the appearance of the first respiratory pore it increases about 90 μ each day.

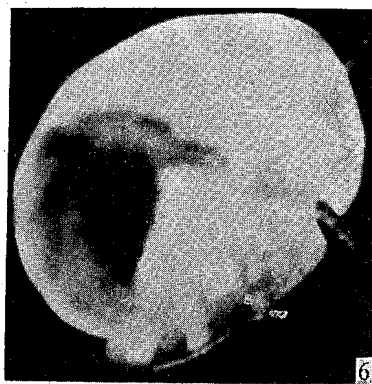
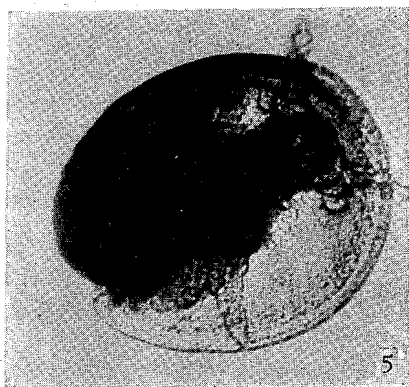
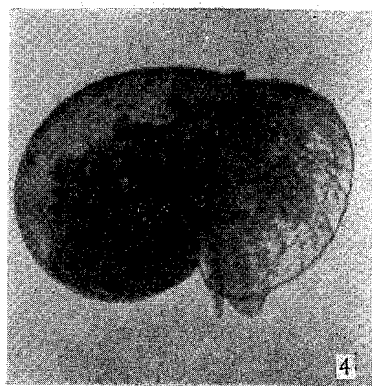
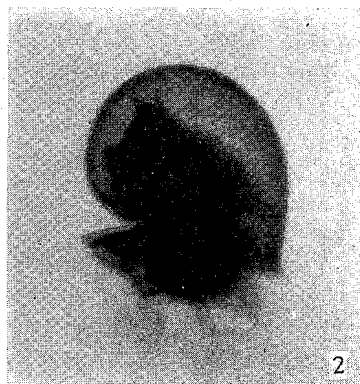
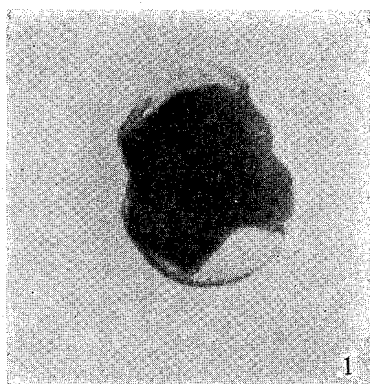
The food during the larval stage consists of *Platymonas*, *Navicula*, *Coconeis* etc., The juvenile with a length of 4—5 mm is able to eat the common algae.

* Contribution No. 370 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

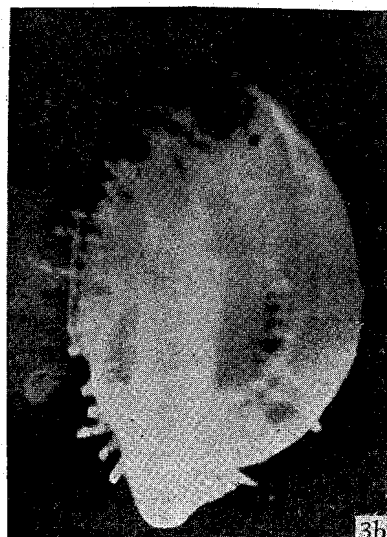
Minutes/hours/days after fertilization	Sequence of development of the zygote
45 minutes	2 cell stage (Pl. I. fig. 2)
1 hour	4 cell stage (Pl. I. fig. 3)
1 hour and 20 minutes	8 cell stage (Pl. I. fig. 4)
1 hour and 40 minutes	16 cell stage (Pl. I. fig. 5)
2 hours and 30 minutes	Morula stage (Pl. I. fig. 6)
4 hours and 15 minutes	Gastrula stage (Pl. I. fig. 7)
6 hours	Trochophore stage (Pl. I. fig. 8)
10—12 hours	Early veliger stage (Pl. II. fig. 1)
16 $\frac{1}{2}$ hours	Veliger stage after torsion
1 day and 16 hours	Late veliger larva (Pl. II. fig. 2)
2 days and 2 hours	Early creeping larva (Pl. II. fig. 3)
3 $\frac{1}{2}$ days	Creeping larva with appearance of peristomal shell
12 $\frac{1}{2}$ days	Creeping larva beginning to differentiate epipodes (Pl. II. fig. 5)
24 $\frac{1}{2}$	Juvenile with appearance of first respiratory pore (Pl. II. fig. 6)
39 days	Juvenile with appearance of 3 respiratory pores
50 days	Juvenile with appearance of 7 respiratory pores



1. 受精卵, 卵径 (包括卵膜) 0.20mm, 卵黄径 0.16 mm; 2. 2 细胞期, 受精后 45 分; 3. 4 细胞期, 1 小时; 4. 8 细胞期, 1 小时 20 分; 5. 16 细胞期, 1 小时 40 分; 6. 桑椹期, 2 小时 30 分; 7. 原肠期, 4 小时 15 分; 8. 初期担轮幼体, 7 小时, 0.20 mm × 0.16 mm;



1. 初期面盘幼体 10—12 小时, $0.21\text{ mm} \times 0.16\text{ mm}$; 2. 后期面盘幼体, 40 小时; 3. 初期匍匐幼体, 50 小时, 壳长 0.27 mm ; 4. 出现围口壳的匍匐幼体, 6.5 天, 壳长 0.45 mm ; 5. 开始上足分化的匍匐幼体, 12.5 天, 壳长 0.75 mm , 壳宽 0.65 mm ; 6. 出现第一呼吸孔的幼鲍, 24.5 天, 壳长 1.85 mm , 壳宽 1.39 mm .



1. 放精; 2. 产卵; 3a. 具9个呼吸孔的幼鲍, (背面观) 60天, 壳长5mm; 3b. 同上, 腹面观。