



Collected Works of  
Zhang Fusui

张福绥 © 著



# 张福绥文集

(上卷)



中国海洋大学出版社  
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

# 张福绥文集

(上卷)

张福绥 著

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

张福绥文集 / 张福绥著. — 青岛: 中国海洋大学出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-5670-1007-9

I. ①张… II. ①张… III. ①张福绥—文集 ②贝类养殖—海水养殖—文集 IV. ①S968.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 232759 号

出版发行 中国海洋大学出版社  
社 址 青岛市香港东路 23 号 邮政编码 266071  
出版人 杨立敏  
网 址 <http://www.ouc-press.com>  
电子信箱 [dengzhike@sohu.com](mailto:dengzhike@sohu.com)  
订购电话 0532-82032573(传真)  
责任编辑 邓志科 电 话 0532-88334466  
印 制 日照日报印务中心  
版 次 2016 年 12 月第 1 版  
印 次 2016 年 12 月第 1 次印刷  
成品尺寸 185 mm × 260 mm  
印 张 33.25  
字 数 786 千  
总 定 价 200.00 元(上、下卷)

## 序

张福绥院士是国内外著名的海洋生物学家和贝类养殖专家,尤其在海洋贝类增养殖生物学、实验生态学和养殖工程技术方面做出了突出的贡献。为传承先生数十载辛勤耕耘之学术思想硕果,在全面梳理历年发表文献的基础上,结集出版《张福绥文集》。

张福绥院士 1953 年毕业于山东大学水产系,1956 年考进中国科学院海洋研究所攻读副博士学位,师从我国著名的贝类学家张玺先生,1962 年研究生毕业后留所从事贝类学研究。20 世纪 60 年代研究海洋贝类分类区系;70 年代从事贻贝增养殖生物学和幼体生态学研究,解决了建立自然苗场的关键技术,并率先将贻贝育苗工程化,推动我国贻贝养殖业的发展,也为中国其他海洋贝类人工繁育和增养殖产业发展奠定了基础;80 年代,从美国引种海湾扇贝,创建了一套工程化育苗与养成技术工艺,并致力于向社会推广,在中国形成世界上第一个海湾扇贝养殖产业,产生了显著的经济效益和社会效益;90 年代引进海湾扇贝南方亚种——墨西哥湾扇贝,在我国南海已形成稳定的养殖产业;进入 21 世纪后,他密切关注我国海水养殖业存在的种质、病害和环境三大问题,提出了海水养殖业新的发展目标,倡导实施离岸养殖、生态养殖和设施养殖,在引种基础上成功选育出 2 个海湾扇贝新品种,基本厘清了我国巨蛎属牡蛎的种类和分布,推动我国贝类适应进化研究进入了国际先进行列。他特别注重科研与产业实际紧密结合,立足于产业发展的需求开展持续系统的研究。

本文集收录了张福绥院士历年发表的学术论文,既有早年初涉贝类领域的学术论文,亦有作为领军人物的学术硕果。大部分文章是他亲自撰写,部分文章是他与指导的研究生和同事共同完成。文章发表的时间跨度大,为让读者了解我国贝类研究的历史和发展轨迹,收录的文章均保持了论文发表时的原貌。

文集既是张福绥院士学术造诣的凝炼,也是其严谨勤奋、提携后进之高尚人格的写照。冀读者在观览文集时,既学习他的优秀学术思想,更要体会其为推动产业技术进步上下求索的博大胸怀、执着精神与严谨态度。

是为序。

张国范

2015年12月

# 目 录

珠母贝及珍珠的形成·····	张 奎 张福绥 /1
紫贻贝幼虫、幼苗生活习性的观察·····	张福绥 /8
中国海软体动物区系区划的初步研究·····	张 奎 齐钟彦 张福绥 马绣同 /15
中国近海的浮游软体动物 I. 翼足类、异足类及海蜗牛类的分类研究·····	张福绥 /34
中国近海骨螺科的研究 I. 骨螺属、翼螺属及棘螺属·····	张福绥 /138
中国近海的浮游软体动物 II. 黄海和东海浮游软体动物生态的研究·····	张福绥 /157
中国近海骨螺科的研究 II. 核果螺属·····	张福绥 /176
烟台沿岸贻贝的生长·····	····· 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 /202
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 /214
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 /234
贻贝的养殖研究·····	中国科学院海洋研究所贝类实验生态组 /263
中国近海骨螺科的研究 III. 红螺属·····	张福绥 /267
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 陈昭华 张秀峰 /280
胶州湾贻贝的生长·····	张福绥 何义朝 李淑英 刘祥生 马江虎 陈昭华 张秀峰 /291
贻贝人工育苗高产问题的探讨·····	····· 张福绥 楼子康 刘祥生 何义朝 李淑英 马江虎 陈昭华 张秀峰 /306
春季繁殖期两茬贻贝苗的培育·····	张福绥 楼子康 马江虎 刘祥生 李淑英 /315
贻贝采卵试验报告·····	楼子康 刘祥生 何义朝 李淑英 张福绥 陈昭华 张秀峰 张乃石 /327

温度对贻贝胚胎发育的影响·····	何义朝	张福绥	/336
塔胞藻在中国海的发现与应用·····	张福绥	李淑英	/349
胶州湾贻贝采卵量的研究·····	张福绥	李淑英	何义朝
	刘祥生	马江虎	于硕恩
关于扇贝增养殖的几个问题·····	张福绥	何义朝	/365
胶州湾贻贝苗源的发展·····	张福绥	楼子康	马江虎
	于硕恩	刘祥生	李淑英
贻贝人工育苗的改进研究 I. 改进采苗器及抑制细菌·····			
·····	张福绥	何义朝	马江虎
	刘祥生		/382
虾夷扇贝的引种、育苗及试养·····	张福绥	何义朝	马江虎
	刘祥生	李淑英	
	亓玲欣	于硕恩	袁遂胜
			/392
MUSSEL CULTURE IN CHINA·····	FUSUI ZHANG	/403	
贻贝育苗中不同饵料的饲养效果比较·····	张福绥	马江虎	何义朝
	李淑英	刘祥生	于硕恩
			/414
同池中垂动苗帘与静置苗帘贻贝采苗效果的比较·····			
·····	张福绥	马江虎	何义朝
	刘祥生	李淑英	于硕恩
			/426
海湾扇贝引种、育苗及试养·····	张福绥	何义朝	刘祥生
	马江虎	李淑英	亓玲欣
			/434
贻贝胚胎发育的有效温度范围的变化·····	何义朝	张福绥	/443
胶州湾贻贝肥满度的研究·····	张福绥	李淑英	刘祥生
	何义朝	马江虎	/448
两茬栉孔扇贝幼虫生长发育的比较·····	张福绥	何义朝	马江虎
	刘祥生		/458
海湾扇贝工厂化育苗(上)·····	张福绥	何义朝	马江虎
	刘祥生	李淑英	亓玲欣
			/463
海湾扇贝工厂化育苗(下)·····	张福绥	何义朝	马江虎
	刘祥生	李淑英	亓玲欣
			/466
MASS PRODUCTION OF COMMERCIAL SEED BAY SCALLOPS IN CHINA·····			
·····	Zhang Fusui	He Yichao	Liu xiangsheng and Ma Jianghu
			/468
盐度对海湾扇贝不同发育阶段的影响·····	何义朝	张福绥	/475
胶州湾不同水层中养殖海湾扇贝生长与死亡的比较·····			
·····	张福绥	何义朝	刘祥生
	马江虎	亓玲欣	李淑英
			/485
胶州湾海湾扇贝肥满度的研究·····			
·····	张福绥	马江虎	何义朝
	刘祥生	李淑英	亓玲欣
			/492
胶州湾不同容器与不同密度养殖海湾扇贝的比较·····			
·····	张福绥	马江虎	何义朝
	刘祥生	亓玲欣	李淑英
			/500
INTRODUCTION, SPAT-REARING AND EXPERIMENTAL CULTURE OF BAY SCALLOP, <i>ARGOPECTEN IRRADIANS</i> LAMARCK·····			
·····	Zhang Fusui (张福绥),	He Yichao (何义朝),	Liu Xiangsheng (刘祥生),
	Ma Jianghu (马江虎),	Li Shuying (李淑英)	and Qi Lingxin (亓玲欣)
			/502
中国海湾扇贝养殖业的发展·····	张福绥	/511	

# 珠母贝及珍珠的形成

张 奎 张福绥

(中国科学院海洋研究所)

## 一、珍珠及其沿革

珍珠\*是由贝类体中的一种分泌物形成的。由于它光耀夺目,古代时就已经引人注目,甚至美其名曰为“夜明珠”;更由于它稀奇罕见,自古就将它列为珍宝之一,因此过去的封建王朝权官贵族等,常不惜巨金,弄来做装饰品或观赏用。我国的珍珠城(即今广东合浦白龙垵)就是为明代帝王所设置专为索取珍珠的场所。另外珍珠可供药用。其化学成分,碳酸钙为 91.72%,有机质为 5.94%,水分为 2.23%。在医药上有清凉作用,为中医眼药的重要成分。从装饰品价值上来说,乃决定于它的光泽、颜色、形状、质地及大小等条件。它的相对密度为 2.65~2.69,硬度不是太高(3.5~4 度),因此表面很易损坏。不耐火烧,遇酸就腐蚀溶解,遇碱就成呆白色,年久则有风化现象,失掉其光泽。珍珠的形状很多,其中以正圆形及茄形的为上品,这样的形状,在天然珍珠中不易多得。珍珠的颜色有多种,依珠母的种类及产生的部位而不同,其中以银白色者为上品。从珍珠的结构上来看,可分为珍珠层珍珠、棱柱层珍珠、壳质层珍珠及复合珍珠四种,其中以珍珠层珍珠为最佳。就个体而论,当然以大者,价格特别昂贵。

据历史记载,埃及在五千年前就已经对珍珠很爱好,当时珍珠的来源当系取自红海。我国关于珍珠的记载,始于《书经》的《禹贡篇》,即距今四千多年前,就以淡水产珍珠作贡物,当时的珍珠是产自淮水上游一带。近三千年前,《尔雅》已记载周朝用淡水珍珠做装饰品。在二千多年以前,印度、波斯、希腊、罗马等也先后用珍珠做装饰品。

我国关于海产珍珠知道得较晚,记载最早者要算《白虎通》,其上有“禹贡言准夷虫宾珠,后世乃出岭南”(岭南系指今广东)。《本草图经》上载有“今出广州,北海亦有之,生于珠牡,俗谓之珠母。”在《庶物类纂》上还载有采珍珠贝的情况:“《广州志》云,合浦县海中,有梅青婴之池,蚕人每以长绳系腰,携篮入水,拾蚌入篮,即振绳令舟人急取之。”我国其他古书中关于珍珠的记载还有许多。

\* 原文发表时,采用真珠一词。此次结集出版,考虑到词语的规范,统一改为珍珠。



在中古时代我国与印度贸易时,海产珍珠输入很盛行。本世纪来则多输入东洋珠(日本产的有核珍珠)。由于反动统治阶级对人民进行长期的残暴压榨,有名的合浦珠场,已渐荒废,珠民也多改行谋生。新中国成立后,在党与政府的正确领导下,就开始注意保护珍珠贝资源,多方努力恢复珍珠生产,除有计划地采捕自然珍珠外,并设有人工培养场从事生产;在对外贸易上,也由珍珠的输入国转变为输出国。

## 二、产生珍珠的贝类

能产生珍珠的贝类,俗称珠母,包括种类很多,可泛称为珠母贝。较常见者如海产腹足类的鲍(*Haliotis*),海产瓣鳃类的珍珠贝(*Pteria*)、江珧(*Atrina*)、裂江珧(*Pinna*)、牡蛎(*Ostrea*)、文蛤(*Merctrix*)、蛤子(*Paphia*)、贻贝(*Mytilus*)、砗磲(*Tridacna*)及窗贝(*Placuna*)等,淡水产瓣鳃类的帆蚌(*Hyriopsis*)、冠蚌(*Cristaria*)、无齿蚌(*Anodonta*)、珍珠蚌(*Margaritana*)、珠蚌(*Unio*)及蚬(*Corbicula*)等。其中珍珠贝产的珍珠,无论形状、颜色及光泽等各方面都较适合做装饰品的要求,因此人们可以从它采到做装饰品用的自然珍珠,或利用它做珠母进行正圆珍珠及半圆珍珠的人工培育;帆蚌、无齿蚌及珍珠蚌等,亦能产生美丽的微桃红色的装饰品用珍珠,产业上多以它为珠母培育无核珍珠或半圆珍珠;江珧产的珍珠,量很少,色黑褐,不能用做装饰品;牡蛎珠产量虽稍大,但无光泽,形状多不规则,仅供药用,是我国当前药用珠的重要来源;文蛤、蛤仔产的珍珠,瓷白色,质、量都差;砗磲产珠量虽少,但能产优良珍珠;蚬产珠量较多,色紫,但不是优质珠。盘大鲍有时能产生优良的大型珠,虹彩色,只是不常遇到。上述各种非装饰品用珠,都可供药用。

在能产生珍珠的各种贝类中,在自然情况下,并不是每个贝体都会存在珍珠,含珠贝的比率相当小,就拿含珠率最高的珍珠贝来说,在100个贝体中能够找到珍珠的也不过1~2个而已。如果以通常生长2~3年就取来供食用的珍珠贝而论,含珠率就更低(年老的个体含珠率较高些),过去粤东珍珠贝渔场产珠之所以比合浦少,其原因之一就是由于粤东过去经常捕捞珍珠贝供食用,海中很少存在年老珍珠贝个体的缘故。

上述各属贝类我国都有分布,兹将其中产珠价值较大的种类简单介绍如下:

### 1. 马氏珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) martensii* (Dunker)]

马氏珍珠贝为南海最习见的种类,我国历代采珠多以这一种为对象,珍珠城的古代遗留贝壳,也多是这一种。壳高一般不超过10厘米。贝壳近方形,背缘平直,腹缘圆,边缘小鳞片层层覆压密集排列。我国已利用此种贝做珠母进行人工培珠(图1)。

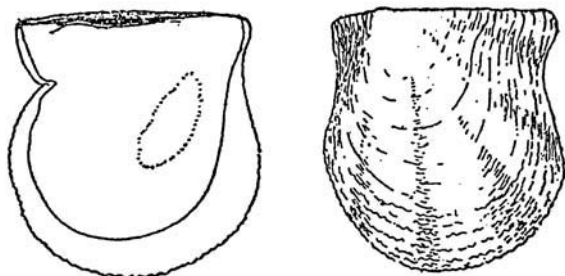


图1 马氏珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) martensii* (Dunker)]

## 2. 珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) margaritifera* (Linné)]

本种较前种为大,海南岛及西沙群岛等处均有分布。贝壳近圆形,前耳不明显,后耳亦不甚发达。壳腹缘及后缘有鳞片突出,呈锯齿状。壳表为黑褐至灰绿色,常具灰色放射条纹。壳内面周缘部分为黑色或黑褐色。这种贝能产生优质珍珠,过去所谓“琉球珠”,就是产自此种贝。个体较大,可供作培育正圆及半圆珍珠用的母贝(图2)。

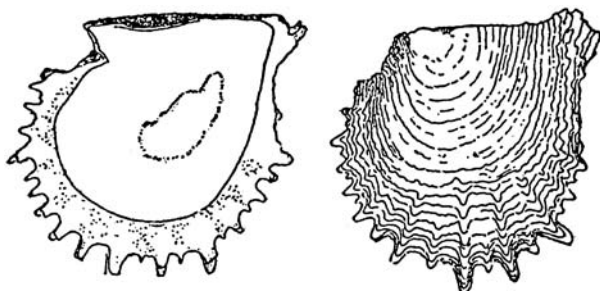


图2 珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) margaritifera* (Linné)]

## 3. 大珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) maxima* (Jameson)]

此是珍珠贝中最大的一种。壳极厚重,两壳略平浅,足丝孔较深陷,壳表面具鳞片,作覆瓦状排列,周缘部较厚而脆。壳表及壳内面周缘部分为黄褐色。壳内面的珍珠层为银白色,其光泽为各种珍珠贝之冠。壳长可达20多厘米。能产生大型的优质珍珠。其贝壳可供做珍珠核的原料,我国台湾及西沙群岛等处均有分布(图3)。

## 4. 企鹅珍珠贝 [*Pteria (Pinctada) penguin* (Rödoing)]

此种与前种略等大。壳背缘平直,前、后耳甚发达,后耳特别长;腹缘斜向后方拖长成袋状。右壳较左壳膨凸。老年贝壳表面略平滑,黑色,表面密排许多褐色的片状突起。壳内表面未为珍珠层掩盖的边缘带甚宽,亦为黑色。壳长达20厘米以上。这种贝可利用来培育大型正圆珍珠及半圆珍珠。我国台湾及濠洲等处有发现(图4)。

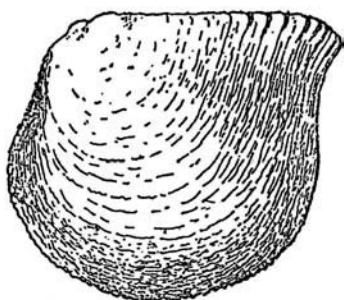


图3 大珍珠贝  
[*Pteria (Pinctada) maxima* (Jameson)]

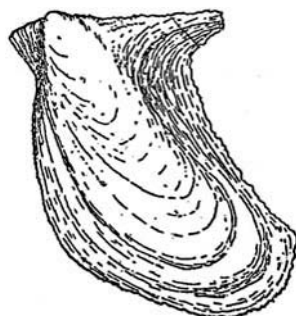


图4 企鹅珍珠贝  
[*Pteria (Pinctada) penguin* (Röding)]

## 5. 褶皱冠蚌 (*Cristaria plicata* Leach)

这种蚌普遍分布在我国各地的江河湖沼内。壳厚大,略呈三角形。壳后背缘长而高,向上方斜出伸展成大形冠。腹缘长,近直线形,壳顶偏前。壳表面深黄绿至黑褐色。壳内

面具光泽的珍珠层。褶皱冠蚌是在淡水中培育珍珠用的母贝的一种(图 5)。



图 5 褶皱冠蚌(*Cristaria plicata* Leach)

### 三、生态

珍珠贝(*Pteria*)系暖海性,一般分布在南、北纬  $30^{\circ}$  之间的各大洋中近岸浅海区;在暖流的影响下作为特例超越北纬  $30^{\circ}$  而分布到日本本州太平洋沿岸。世界各海比较集中的珍珠贝渔场有印度洋的红海(*P. erythracnsis*)、波斯湾(*P. persica*)、莫桑比克海峡(*P. margaritifera*)、马纳尔湾(*P. fucata*)等处,太平洋的南中国海、中国台湾沿岸,日本南部沿岸、琉球沿岸(以上各海主要为 *P. martensii*)、菲律宾沿岸、爪哇海、阿拉弗拉海、澳大利亚东北沿岸、马绍尔群岛附近(以上各海为 *P. fucata*、*P. margaritifera*、*P. maxima*、*P. penguin* 等)、菲吉岛附近(*P. margaritifera*)、加利福尼亚湾及南美西岸北部等处(*P. mazathanica*)、大西洋的墨西哥湾及加勒比海等处。我国的珍珠贝分布于台湾及台湾海峡以南的广东沿岸、海南岛及西沙群岛一带。其中数量最多的地方要算大鹏湾的盐田、南澳、大鹏等处及大亚湾的澳头等处;合浦白龙(珍珠城)是古代产珠负盛名的地方。

珍珠贝一般生活于较开敞的内湾,或浅海的盆形海底处,像产珠有名的白龙近海的珠砂池、杨梅池等就是这样的海底地形。在这些场所,往往水流不是太急。珍珠贝一般栖息的水深为自低潮线以下至数十米深处。就我国习见的马氏珍珠贝而论,多分布于低潮线以下至数十米深的地方。它所生活的海底,常常是泥沙质混有砂砾及贝壳碎屑,也有沙泥底质的情况。凡有珍珠贝栖息的海底必然存在着供它行附着的生物性或非生物性的附着基。在这些地方,海水往往清澈可见,相对密度为 1.025 左右或更高些。

珍珠贝与通常行附着生活的贝类一样,对不易流失的一般固体物都能附着其上。像沉积于



图 6 马氏珍珠贝  
[*Pteria (Pinctada) martensii*]  
附着在丁蛎(*Malleus*)上的情况

海底的石块、死贝壳等都是良好的附着基。在自然海区,这种类型的附着基往往不敷应用。像大鹏湾等处,绝大部分的马氏珍珠贝是附着在丁蛎(*Malleus*)、羽状裂江珧(*Pinna attenusta*)、栉江珧(*Atrina pectinata*)以及同种其他个体的贝壳上(图6)。丁蛎及江珧都是以壳顶部埋于海底,壳末端露出底面生活,珍珠贝就以其足丝附着在它们的露出于底面的壳末端。丁蛎及江珧随着生长钻下海底中渐深,珍珠贝便相应地不时脱掉旧足丝,逐渐向上移动,重新行附着以适应这种情况。珍珠贝本身也是同类个体的重要附着基。由于它通常以右壳贴近附着基,在贝场中常看到数个或十数个个体串。在一个丁蛎或江珧贝壳上通常可附着数个或数十个珍珠贝,形成一大团(图6)。珊瑚礁及岩礁也是珍珠贝附着的好地方。在环境条件起变化,不适合它的要求时,贝体可进行一定距离的迁移。

珍珠贝在海水中生活的适温范围为 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ;其生殖时期在广东沿岸一般为水温较高的5~9月。它为雌雄异体,在海水中受精。生殖腺接近成熟时,雌性为淡粉红色,雄性为乳白色。一般雄性个体较雌性个体略多。就我们一般的了解,马氏珍珠贝的生长情况在大鹏湾两年(或接近两年)壳高可达7~8厘米,每斤<sup>①</sup>称7~9个。一般说来,生活在沙泥底者比生活在泥沙底者生长得稍快些。

珍珠贝与其他瓣鳃类相同,以滤食的方式摄取海水中的浮游植物、小型浮游动物及一些有机碎屑为饵料,其中常夹杂有各种杂质。由于海区不同而导致的吞入物的差异性,据说可能是不同海区贝体珍珠层光泽不尽相同的原因之一。

褶纹冠蚌(*Cristaria plicata* Leach)生活于淡水中,其整个身体都埋在底质里面,仅以其水管(甚或体后端)露出于水中,借以交换水流而行呼吸及营养等作用。它与鳃鲷鱼的互利共栖现象,是很引人注目的。鳃鲷鱼到繁殖季节,便寻找蚌的栖息场所,将卵产入蚌的外套腔中,并在这里受精,在鳃腔中孵化成幼鱼。同时蚌的钩介幼虫离开母体后也常以鳃鲷鱼为寄主完成其寄生阶段后,再脱离寄主进入底栖生活。

#### 四、珍珠的形成

在珠母体上,一般凡为外套膜掩盖或接触的部位以及外套膜本身,都有可能产生珍珠。外套膜的游离部分可产生历历可见的优良珍珠,形圆,看来好似外套膜上膨起的一个泡沫物。内脏囊的外表部分有可能产生量较多的珍珠,它在该处埋没于外套膜下的深浅程度不等。一般说来这里生长的珍珠,在珠母的软体部尚为新鲜时,较难观察到。但如加工牡蛎干样,将软体部煮熟或晒干后,便较容易辨认。在这个部位有可能出现较大的珠。在外套膜与贝壳之间,有时也产生珍珠,这种珍珠略扁而形状常不规则。

关于珍珠的成因,有不少学者进行过探讨,到目前为止,一般公认的原则说法是:在一定刺激下,刺激点附近的外套膜上分泌珍珠质的上皮组织,急剧裂殖逐渐包围刺激原,最后形成完整的珍珠囊,以刺激原为中心,渐次层复一层地向它分泌珍珠质而形成珍珠。在总的形成过程中,珍珠质能否向周围均匀分泌与积聚,就是形成正圆形珍珠及非正圆形珍珠的关键所在。引起刺激的刺激原有两大类,最普通的如砂粒(常易形成附壳珍珠)、缝虫

<sup>①</sup> 斤为非法定单位,考虑到生产实际,本书继续保留。1斤为500克。

与吸虫等的卵及其幼虫或其死体等外来物。另外一类是外套膜的上皮组织的一部分,因病态或其他变化的刺激而脱离原来的部位,进入组织中,也能形成珍珠囊而产生珍珠。由前一种情况形成的珍珠有核,就成为人工培养有核珍珠的理论根据;由后一种情况形成的珍珠无核,就成为人工培养无核珍珠的理论根据。但是必须强调指出,不论是由哪种原因形成珍珠,分泌珍珠质的上皮组织是它们共同的必备条件,这在人工培珠上是极其重要的一点。

## 五、人工培珠

基于上面所述的道理,人们很早便考虑施以人为的刺激原获得珍珠。最早发展的是培育半圆珍珠(附壳珍珠),这项工作是我国劳动人民创造的,开始于利用淡水蚌类培育珍珠佛,即将铅制的佛像模型,放于冠蚌(*Cristaria*)的贝壳与外套膜之间,使佛像上获得一层珍珠层,以增美观。自20世纪初,日本人就依据这个经验,利用一种大型的海产企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*),培育大型的半圆珍珠。当时他们采用滑石核,直径为14~20毫米。先将略呈半圆形的核,以其平面贴附于贝壳内面,核与贝壳上先钻好洞,以铅丝或竹条将核固定于贝壳上(在核的平面一侧,安装一轴,将轴插入贝壳的洞中来固定它),即放养于海中。养殖期为一年至一年半。近来这种半圆珍珠的培育是采用赛璐珞核,形略似扁形钮扣。用一种特制的胶质将它黏附在贝壳内面。利用企鹅珍珠贝培珠,以3~4齿贝较好,培珠期一般为一年至一年半。这种珍珠的特点是直径较大,可作耳环、钮扣及较大型的镶嵌物等。另外珍珠贝(*Pteria margaritifera*)及大珍珠贝(*Pteria maxima*)也可用来培育半圆珍珠,但培出珍珠的高度不如前种者大。

在人工培育半圆珍珠成功的基础上,正圆珍珠的人工培育也获得成功,这对于人工培珠又推进了一大步。这一种技术始于日本,目前也盛行于日本,约有200个生产场经营。母贝主要采用马氏珍珠贝。其主要技术措施与前者不同之处主要有两点:一为核插入体内(称为“植核”);另一为移植外套膜上皮组织于体内(称为“植皮”)。

所插入之核为正圆形,直径一般为3~6毫米,也有更大的。通常都是用淡水产的蚌壳制成。像我国产的背瘤丽蚌(*Lamprotula leai*)等的壳,过去都曾大量输往日本制造珠核。海产的大型光亮贝壳亦可用做制核原料。每个珠母植核数量视贝体大小及核的大小而定,一般为3~5个不等。

做植皮用的外套膜上皮组织,通常是取自生活力壮旺的两齿珍珠贝的外套膜。将做植皮用的贝体取来后,去掉其贝壳,在外套膜的外表面沿外套膜缘的稍内方有一条与其平行的腺细胞线(以肉眼就可看到),以此线为基准,以线内距离为3、线外距离为2的比例截取一条宽约2毫米的长条外套膜,再将此长条截成一片片的正方形小块,这就是供植皮用的“皮”(应注意反正面)。选择这个部位取皮的理由是:过于偏内方,则珍珠质分泌能力较弱;过于偏外方,则分泌棱柱层质的细胞过多,易形成污珠。从培珠效果来看,取皮的部位,越向外套膜的腹缘越好,于前后缘之偏上方处取者,容易产生薄皮珠。

进行插核手术时,先将母体开口固定,以长柄尖刀自足部侧面带色部分的边缘处,切一小裂口,并由此向背上方通以送核通路,通至内脏囊处时,应掌握通路恰好介于生殖腺

与肝胰脏之间。然后以适当的器械送入“皮”，再送入核。一个珠母体植数核时，核宜散开植放。手术完成后送到海中放养，送植进去的皮（即方形小片外套膜上皮组织），就迅速地进行细胞分裂，逐渐包围送进的核，不久即形成完整的珍珠囊，逐渐向核分泌珍珠层。插核后养 1~2 年，就可收获。

施行手术时应当注意以下几项：

- （1）皮原来贴近壳的一面，植入后必须使该面贴近核。
- （2）皮如切得过小，植进后很难保证应有的位置，这样就容易出现白珠（无珍珠层）或薄层珠（珍珠层很薄）；皮若切得过大，珍珠层固然分泌较快，但容易产生色泽不良的珍珠，而且较易促使珠母死亡。
- （3）当生殖腺发达时，不宜进行插核。否则，不仅皮与核很难保证送达应有的位置，并且插入后也容易发生吐核现象。
- （4）盛夏温度太高，插核后珠母易发生死亡，应尽量避免在此时期进行插核作业。
- （5）插核时绝对避免触及心脏，该处的损伤最易引起贝体死亡。
- （6）技术不熟练时，常易将核插入肝胰脏中，这种现象虽不至于直接引起贝体死亡，但此处易得废珠或发生腐烂吐核现象。

# 紫贻贝幼虫、幼苗生活习性的观察<sup>\*</sup>

张福绥

(中国科学院海洋研究所)

紫贻贝(*Mytilus edulis* L.)是以足丝营附着生活的寒温带种类,为附着生物群落中的重要成员,也是贝类养殖的对象。在我国分布于黄渤海沿岸,附着于岩礁、木桩、绳缆、船底甚至海滨工厂的冷却水管中。个体发育过程中经过变态。自卵孵化出的幼虫,在尚未变态并未经第一次以足丝附着以前的这个时期,称为幼虫(larva, prodissoconch),发育至变态并以足丝行第一次附着以后,称为幼苗(spat, dissoconch)。

紫贻贝幼虫、幼苗生活习性的记载,过去比较缺乏,由于人工培养的困难,以往有关的工作,多局限于自然生态的调查以及一般的观察。Stafford (1912)、Kändler (1927)、Nelson (1928)及 Sullivan (1948)等曾先后用网采集天然的各期幼虫进行鉴定,有的并观察到幼苗期;Engle等(1944)及 Chipperfield (1953)先后调查了幼虫的附着层及有关情况;Nelson 并将采集的幼苗在实验室内对其浮游习性及浮游机制进行过较详细的观察。说到紫贻贝的人工育苗,以往也有些人尝试过,有的仅培养了幼虫前期(Field, 1922; Chipperfield, 1953),有的培养至壳顶幼虫期(宫崎, 1935),有的培养至变态。真正从卵经人工授精孵化出幼虫开始,培养至以足丝附着成幼苗者为数不多,因而通过培养途径取得的有关生活习性的资料就与日俱增。就作者所知, Matthews (1913)曾将人工授精所得的幼虫培养了 136 天,结果只发现一个足丝附着的幼苗。郭继绪(1959)自 1958 年 12 月至 1959 年 4 月,先后成功地培养出 4 批幼苗。差不多与此同时,作者(1959 年 2 月至 6 月)也先后培养出五批幼苗,并且有的达到了每 10 毫升海水培出一个幼苗的高产纪录。作者顺利利用这些丰富的材料,对幼虫、幼苗的生活习性在室内进行了较仔细的观察。

## 一、幼虫的浮游习性

健康的紫贻贝的各期幼虫,游动非常活泼。在一般的室内亮度及日光灯下(1 500 ~ 2 000 lx)表现背光性。在较强的自然漫射光(2 500 lx)及阳光直射(10 000~18 000 lx)的

<sup>\*</sup> 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 189 号。

影响下,浮游幼虫常聚集远光源的一端,发生沉降堆积以至大量死亡现象。最高不超过 1 100~1 200 lx 的自然漫射光下,上述现象则不易产生。较弱的光(如 50 lx)不会引起幼虫的背光性反应。即便无光或光照极微不足以引起背光反应的情况下,幼虫在培养缸中的分布并不均匀,往往聚集成不规则的或规则的、个体明显稠密的数量,并且有的集聚表现大体一致的动向。突然激烈搅动培养液,能导致一部分幼虫暂闭壳下沉,稍停又浮起游动。幼虫在生长不正常、病态或其他不利条件的影响下,会沉降缸底停止游动。

## 二、幼虫的附着习性

幼虫发育到壳顶幼虫后期(post-umbonite larva stage),足渐伸长,鳃基出现,遂逐渐进入附着期(或称变态期)。健康的附着期幼虫,游动仍甚活泼,探索到适宜的位置后,伸足匍匐其上,旋即分泌 1~2 条足丝固着于附着基上。以后面盘逐渐消失,成体壳(石灰质壳)逐渐长出,足丝条数逐渐增多,附着渐稳固。幼虫密度较大时,有时在培养缸角附着成密集的一大团,或密集附着成一片。水表面漂浮的缠附有枯萎的藻类等杂质的黏液团上,有时也附有成堆的幼虫。在附着盛期,悬浮在水表面下的棉绒上及一些自水底升起的小气泡上都发现有幼虫附着;气泡外面包有黏膜及杂质,乱杂的足丝常将气泡纠缠住,气泡起了浮囊作用。上述一些密集附着的个体,随着生长常导致死亡现象。

游离于水面的贝苗团,待漂浮接近培养缸壁时,各个体便先后脱掉原来的足丝,爬行到缸壁的适宜位置上重新分泌足丝附着,贝苗团遂拆散。如果此等游离的贝苗团巧合固定于一线形的附着基上,幼苗便只能按原来的密集排列方式生长。

幼虫在培养缸壁上多附着在有藻类等附着之处;光滑洁净的表面上,附着的可能性很小。在幼虫附着期,曾于培养缸之上下水层中安放上光面玻璃及毛面玻璃作附着器(水平、垂直及倾斜方向的都有),以后除了发现数个间接附着上去的幼苗以外,无论光面或毛面玻璃都未发现有幼苗附着。这种情况与 Chipperfield (1953)报告的自然海中人工采苗器上紫贻贝的附苗情况以及 Newcombe (1937)报告的自然海区紫贻贝的栖息环境是一致的。在南海,作者也数次观察到在人工采苗器上必须先有藤壶等生物附着后,才会有翡翠贻贝(*Mytilus viridis* L.)的幼苗附着。上述现象与牡蛎幼虫喜欢附着在洁净的附着基上正好相反。

幼虫开始附着以后,在培养缸的底部常检查到有些个体面盘已经完全消失,鳃期明显出现,有的甚而成体壳开始形成,足伸出到处爬行,但未行附着。这种多出现于发育不够良好的个体中或幼虫密度较大的情况下。因而,不免令人产生这样的印象:幼虫发育至附着期后,如因内在、外在的某些原因未能及时附着时,身体某些器官的变态却不能因此而停滞不前,而是在一定程度的进行着,尽管是较慢。我们曾将一些这样的个体挑出单独饲养观察,结果是:未经附着的幼虫,在其附着以前不会发育成正常贝苗的形态;这样的个体,如果以后仍不能附着便死亡,而以后能附着的,其附着位置大多限于培养缸的底面。

## 三、幼苗的上移行为

培养缸中附着的幼苗,生活一定时期后,常易变迁其附着位置;这种现象在壳长达



0.6~0.7 mm 以上的个体上表现特别明显,因此依据较大幼苗的分布状况来推断幼虫原始附着的分布规律,似乎不完全可靠。壳长达 0.6~0.7 mm 以上的幼苗,除一般自由移动外,尚表现较明显的移动方向、速度及范围。总的移动方向与 Nelson(1928)观察的结果相同,表现了明显的背地性。我们曾测定了 15 个壳长 1.2~1.7 mm 的幼苗,自培养缸底沿壁向上爬行至水表面(18 厘米距离)的平均速度为每分钟 5 毫米,其中最快的 3 个仅以 18 分钟就爬完了 18 厘米的距离。

关于向上移动的范围,如果附着基是在水面以下,幼苗便上移至附着基的最顶端为止。如果附着基是连续水面上下,它从缸底向上移动便不仅像 Nelson 所观察到的以爬到水面为满足,也有很多个体常是爬到水面以上完全脱离水体;如加海水于缸内使水面接触或掩过贝体时,它便再向上爬直到脱离水面。有些个体爬至水面以上 1.5 cm 的高度。

发育至一定程度的幼苗,向上移动居于水面附近或全然脱离水面取得露空生活的这一特性,我们曾怀疑是由于培养缸中缺乏氧的影响。通过以 Winkler 氏法同时分析 12 个培养缸内海水含氧量及与新鲜海水含氧量对比,看不出二者间含氧量的差别;以充气器于培养缸中继续充分充气的情况下,也不能对幼苗的向上移动有所影响。因此,幼苗上移特别是移动至水面以上的现象,将不能认为是缺乏氧的结果。必须说明,壳长 0.6~0.7 mm 以下的幼苗很少见到上移现象。这好像显示紫贻贝幼苗成长至一定程度后,便产生一定的露空生活的要求。显然,紫贻贝苗在水面稳定的培养缸中,爬至水面以上露空时间过久就会干死;但在自然海中,借助于潮汐的影响,就有可能在日周期中取得一定时间的露空生活,并不至于死亡。因此,上移行为似不能看做是人为环境给予的影响,而可能是这种贝类在历史发展过程中所形成的一种生态特点的体现。

#### 四、幼苗的浮游机制

以往有关紫贻贝幼苗的浮游特性及浮游机制的记载很少。Nelson (1928)第一次发现了紫贻贝幼苗的浮游特性,并对其浮游机制在外海现场及实验室中做了一些观察。他报告紫贻贝在幼苗时期所以仍能浮游,是依赖于:① 外套腔内含有由鳃分泌的气泡的浮力作用<sup>①</sup>或② 水表面膜(surface film of the water)的表面张力;他还提到依靠水表面膜浮起的三种方式是借足丝、入水管触手及足对该膜的吸附。对 Nelson 所提到的借助于气泡浮游的现象,作者在培养缸中也遇到过,但很罕见。关于幼苗浮起水面的方式,我们除观察到 Nelson 所提到的三种外,倘发现有些完全闭壳的幼苗也可以浮于水面。作者曾在解剖镜下用解剖针将张开壳正在水面活动的幼苗所黏附的水表面的一层膜(非 Nelson 所说的水表面膜)轻轻拉掉后,又见到它从外套膜内表面重新分泌出一层薄膜,慢慢向外扩展,只有借助于自外套膜随同出来并黏附在其上面的一些杂质的指示,此膜在壳外的形成过程才能看得出来。苗壳腹缘后就黏附在该膜上。此膜系苗体分泌的黏液膜,不易直接观察,对幼苗浮游当会起很大的作用。漂浮于水表面活动的幼苗,常与它所连附的表面膜一起活

① 紫贻贝幼苗借气泡而浮起的现象,以后 Engls 及 Loosanoff (1941)也曾无意中遇到过,但对此未作探讨。