

陈品健 宋振荣 编著

BEI
LEI
ZENG
YANG
ZHI
XUE

贝类增养殖学

海水养殖专业用

厦门水产学院

1992·7

编 者 的 话

《贝类增养殖学》是海水养殖专业的一门专业课。随着基础理论研究的深入和新技术新工艺的改革创新,大大促进了贝类养殖技术和工艺和改革创新,促进了养殖新品种的开发,增养殖生产水平也有了显著提高。面对着这种发展形势,迫切需要新编一本教材。在收集资料、生产实践和历年教学的基础上,我们于1990年完成了初稿,并在本院海水养殖专业87、88级本科和89、90级专科试用,反映良好。年初又作了部分修改,形成了现在这本教材。全书分绪论、总论和各论三部分。充实和加强了总论,对贝类生态生理内容作了集中和条理化,增加了“新技术和活性物质在贝类遗传育种中的应用”一节,对养殖和育苗中主要生产环节和术语作了必要的统一。各论改变以往逐个种类细述的做法,而按不同生活类型,以1~2个主要种为代表加以阐述,以达举一反三的目的。

全书约43万字,教学需80学时左右。绪论、总论由陈品健执笔,各论由宋振荣执笔。限于水平和时间仓促,未及细致统稿和推敲,谬误一定不少,恳请同行专家指正。

编写过程中得到了大连水产学王子臣教授、湛江水产学陈明耀教授、蔡英亚教授、厦门大学李复雪教授和本院领导、教务处有关同志的热情关心和支持,藉此致以衷心感谢和敬意。

编 者

1992. 7. 24 于厦门

目 录

第一篇 绪 论	(1)
一. 贝类增养殖学的含义, 性质和任务	(1)
二. 贝类增养殖在国民经济中的地位	(3)
三. 贝类增养殖发展简况	(5)
四. 我国贝类增养殖发展展望	(8)
第二篇 总 论	(11)
第一章 增养殖的主要贝类	(11)
一. 增养殖对象应具备的条件	(11)
二. 当前增养殖的主要贝类	(11)
第二章 贝类的生活类型	(17)
一. 游泳生活型	(17)
二. 浮游生活型	(17)
三. 匍匐生活型	(17)
四. 固着生活型	(18)
五. 附着生活型	(18)
六. 底内生活型	(18)
第三章 生活环境	(19)
一. 潮区	(20)
二. 底质	(21)
三. 温度	(23)
四. 盐度	(27)
五. 酸碱度	(32)
六. 溶解氧	(32)
七. 混浊度	(34)
八. 光照	(36)
九. 营养盐	(36)
十. 潮汐水流等	(37)
第四章 贝类的运动	(39)
一. 游泳	(39)
二. 匍匐爬行	(39)
三. 浮游	(40)
四. 迁徙	(41)
五. 趋光和趋食运动	(42)
六. 钻潜泥沙	(42)
七. 蛀木凿石	(43)
第五章 贝类的生长	(45)

一. 生长的一般规律.....	(45)
二. 生长的几种类型.....	(47)
三. 影响生长的主要因素.....	(47)
第六章 贝类的食性.....	(48)
一. 摄食方式.....	(48)
二. 食料种类.....	(49)
三. 贝类的食物链.....	(55)
第七章 增养殖贝类的灾敌害及其防除.....	(57)
一. 灾害.....	(57)
二. 敌害.....	(57)
三. 防治措施.....	(70)
第八章 繁殖与发生.....	(74)
一. 性腺发育.....	(74)
二. 性别性比与性度.....	(76)
三. 性成熟年龄.....	(77)
四. 繁殖方式.....	(78)
五. 生殖季节.....	(80)
六. 产卵量.....	(82)
七. 受精与发生.....	(83)
第九章 苗种生产.....	(103)
第一节 自然海区采苗.....	(103)
一. 采苗场.....	(103)
二. 采苗期.....	(103)
三. 采苗预报.....	(104)
四. 采苗器及其加工制作.....	(106)
五. 采苗基底构筑.....	(107)
六. 采苗.....	(107)
七. 附苗后管理.....	(108)
第二节 人工育苗.....	(109)
一. 育苗设施.....	(110)
二. 育苗工艺.....	(114)
三. 稚贝的中间培育.....	(128)
四. 土地育苗.....	(129)
五. 新技术和活性物质在贝类遗传育种中的应用.....	(132)
第十章 养殖方法.....	(143)
一. 滩涂养殖.....	(143)
二. 垂下养殖.....	(144)
三. 蓄水养殖.....	(146)
四. 网箱养殖.....	(146)

五. 其他养殖方式	(146)
第十一章 贝类的增殖	(147)
一. 禁止滥捕	(147)
二. 移植驯化	(149)
三. 人工放流	(149)
四. 改良底质	(150)
五. 防除敌害	(150)
六. 防止污染	(150)
第三篇 各 论	(152)
第一章 固着生活贝类的养殖	(152)
第一节 概 述	(152)
第二节 牡蛎的生态习性	(153)
一. 分布	(153)
二. 对温度的适应	(154)
三. 对盐度的适应	(154)
四. 运动	(154)
五. 摄食	(155)
六. 繁殖	(160)
七. 发生	(164)
八. 生长	(173)
九. 牡蛎的病、敌害	(175)
第三节 半人工采苗	(178)
一. 采苗场	(178)
二. 采苗期	(178)
三. 采苗水层及密度	(178)
四. 采苗器	(179)
五. 采苗方式	(180)
六. 育苗	(182)
七. 采苗预报工作	(182)
第四节 人工育苗	(186)
一. 亲贝的选择与培育	(186)
二. 催产	(186)
三. 浮游幼虫的培育	(186)
四. 水质和理化因子	(188)
五. 采苗	(188)
第五节 养 成	(190)
一. 养成场	(190)
二. 养成方式	(190)
三. 肥育	(192)

第六节 收获与加工	(194)
一. 收获季节与牡蛎的年龄	(194)
二. 收成方法	(194)
三. 简易加工	(194)
第二章 附着生活贝类的养殖	(196)
第一节 概述	(196)
第二节 生态习性	(199)
一. 扇贝和贻贝的分布	(199)
二. 对盐度的适应	(199)
三. 对温度的适应	(200)
四. 混浊度	(202)
五. 溶解氧和群栖	(203)
六. 对底质的要求	(203)
七. 运动	(203)
八. 摄食	(204)
九. 繁殖	(205)
十. 发生	(213)
十一. 生长	(217)
十二. 病、敌害	(219)
第三节 半人工采苗	(220)
一. 采苗场	(220)
二. 采苗期	(220)
三. 采苗预报	(220)
四. 采苗器	(221)
五. 采苗方法	(221)
六. 采苗后的管理	(223)
第四节 全人工育苗	(225)
一. 亲贝的催熟	(225)
二. 诱导排放	(225)
三. 受精和孵化	(226)
四. 浮游幼虫的选育	(226)
五. 幼虫的培育	(226)
六. 中间培育	(229)
第五节 养成	(231)
一. 扇贝的养成方法	(231)
二. 贻贝的养成方法	(232)
三. 缩短扇贝养成周期的技术	(236)
四. 海上管理	(237)
第六节 收获与简易加工	(239)
一. 收获	(239)

二. 简易加工	(239)
第三章 珍珠的培育	(241)
第一节 概述	(241)
一. 珍珠母贝的种类	(241)
二. 珍珠母贝的分布	(242)
三. 珍珠母贝的生态习性	(242)
四. 珍珠母贝的繁殖习性	(243)
五. 珍珠母贝的生长	(243)
六. 珍珠母贝的采苗	(244)
七. 珍珠母贝的人工育苗	(244)
八. 珍珠母贝的养成	(245)
第二节 珍珠的成因	(246)
一. 珍珠的定义和性质	(246)
二. 天然珍珠的成因和人工育珠原理	(246)
第三节 植核和育珠	(250)
一. 植核	(250)
二. 育珠	(259)
第四节 珍珠的收获与加工	(261)
一. 收获季节	(261)
二. 收获的方法	(261)
三. 收获量	(261)
四. 采收后的处理	(261)
五. 珍珠的加工	(261)
六. 珍珠质量的评价	(261)
第四章 底埋生活贝类的养殖	(263)
第一节 概述	(263)
一. 分布	(264)
二. 对温度的适应	(265)
三. 对底质的要求	(265)
四. 摄食	(266)
五. 运动	(266)
六. 繁殖与发生	(266)
七. 生长	(270)
八. 敌害	(271)
第三节 半人工养殖	(272)
一. 采苗场	(272)
二. 整埋翻耕和平畦的作用	(273)
三. 平畦预报	(274)
四. 苗种培育	(274)
五. 蛻苗稳产高产的经验	(274)

六. 苗种的采捕和运输	(274)
第四节 全人工育苗	(276)
一. 土地人工育苗(以花蛤为例)	(276)
二. 室内人工育苗(以泥蚶为例)	(276)
第五节 养成	(279)
一. 养成场的选择	(279)
二. 养成场的构筑	(279)
三. 播种放养	(280)
四. 养成期间的管理	(282)
第六节 收获与加工	(283)
一. 收获	(283)
二. 加工	(283)
第五章 匍匐生活贝类的养殖	(284)
第一节 概述	(284)
第二节 生态习性	(287)
一. 栖息环境	(287)
二. 鲍的运动	(287)
三. 食性和饵料	(287)
四. 鲍的繁殖和发生	(293)
五. 生长	(298)
第三节 鲍的人工育苗	(301)
一. 亲鲍及其驯化	(301)
二. 催产	(301)
三. 人工受精与孵化	(303)
四. 幼体的培育	(305)
第四节 鲍的养成	(307)
一. 养殖海区	(307)
二. 养殖方式	(307)
三. 疾病与防治	(308)
第五节 收获与加工	(310)
参考文献	(312)

第一篇 绪 论

软件动物 (Mollusca) 又称为贝类 (concha), 是种类繁多的一类无脊椎动物。据记载已发现的贝类约 11.5 万种, 其中化石种类约 3.5 万种, 现生的种类 8 万余种, 是仅次于节肢动物 (Arthropoda) 而为动物界第二大门。贝类生活的范围很广, 几乎地球上各个角落, 无论是海洋、淡水或陆地, 无论是寒带、温带或热带都有它们的分布。贝类的经济价值很高。许多贝类的贝壳绚丽多姿, 色彩斑斓; 肉质鲜嫩可口, 富含营养; 而且采捕容易。远在渔猎时期早就成为人类重要的食品, 因而对贝类的开发利用, 增殖、养殖业的兴起和发展历史十分悠久, 已发展成为独立的学科——贝类增殖学 (Cultivation and Proliferation Science of Mollusc) 和独立的生产行业——贝类增殖业 (Cultivation—Proliferation undertaking of Mollusc)。

一、贝类增殖学的含义、性质和任务

(一) 贝类增殖学的含义

自然科学是人们争取自由的一种武器。人们为着在自然界里得到自由, 就要用自然科学来了解自然, 克服自然和改造自然。

贝类增殖学是自然科学的一门分支, 是研究贝类增殖的生物学原理和生产技术的一门应用科学。它研究经济贝类的资源和分布、生长和繁殖规律、种群数量变动及其与周围环境的关系。应用贝类的生理生态规律, 改变其局部或控制其整个生活环境, 开展增殖和养殖生产, 进行定向培育, 有效地防除敌害, 实现生产过程的机械化和自动化, 从而提高贝类产品的数量和质量, 以满足人民生活、工农业生产和外贸出口之需。

据不完全统计, 目前世界上开展增殖和养殖的贝类已逾百种, 有海产的牡蛎、贻贝、扇贝、鲍, 淡水产的蚌、蚬和陆生的蜗牛等等。贝类增殖学本应包括海产、淡水和陆生贝类的增殖问题, 但根据我国贝类增殖生产情况和学科及专业要求, 本课程研究的主要是海产种类。

贝类增殖是水产养殖业的一个部门。关于水产养殖的含义提法不一。有的认为“水产养殖是一种对有机体及其环境进行一定的控制, 以培育有用的水产生物的技术”(C. P. Idyll, 1973); 有的认为“水产养殖业是指水系中生物体的生产、加工和销售而言”(F. W. Wheaton, 1977); 有的把水产养殖视作包括捕捞、养殖、加工在内的渔业工业的三大部门(A. C. Simpson, 1978)。Idyll 的观点是把水产养殖作为水产品的商品生产部门, 属于传统的观念。Wheaton 的观点认为水产养殖不仅为水产品生产, 还包括加工和销售, 比较接近现代渔业的观点。现代鱼业的观念认为, 渔、工、商一体化, 以市场需求为导向, 组织和开展水产品的增殖、养殖生产, 同时进行加工、运输、销售, 以及包括渔政、法律等内容, 是一个系统工程。

(二) 贝类增养殖学的性质和地位

贝类增养殖学是海水养殖专业的一门专业课。是在贝类学、海洋学、海水化学、浮游生物学、底栖动物学、海藻学、生物化学、微生物学、胚胎学、遗传学、组织学、饵料学及水产土木工程和养殖机械等相关学科知识和技术基础上开设的。例如，了解贝类的器官组织和生活规律与贝类学有密切关系；了解贝类栖息的环境、选择和筹建贝类养殖场、育苗场、就需要海洋学、海水化学、土木工程学等的知识；为贝类提供丰富而适宜的食料，有效地防除敌害，又必须借助于饵料学、生理学、海藻学、浮游生物学、底栖动物学、生物化学和微生物学、药理学、药理学等方面的知识；在贝类的人工育苗、定向培育和珍珠培育等方面，又必须具有组织学、胚胎学、遗传学等的知识。在养殖生产管理过程中，还要使用和操作电动机、发电机、抽水机、柴油机、增氧机、充气机等设备。因此学习好贝类增养殖学必须掌握有关的基础课和专业基础课的理论知识和技能。

(三) 贝类增养殖学的任务

贝类养殖学是理论性和技术性都比较强的学科。通过本课程的学习基本达到下列要求：

1、在理论知识方面：

- ① 了解和掌握增养殖主要种类及其生活和生长规律；
- ② 掌握增养殖贝类的繁殖习性；
- ③ 了解贝类的发生及其与环境的关系；
- ④ 掌握幼虫的浮游和附着习性；
- ⑤ 了解贝类的营养需求及其对食物的消化吸收知识；
- ⑥ 掌握采苗、育苗、养成、珍珠培育的基本原理和国内外发展水平；
- ⑦ 了解多倍体诱导技术及新技术，活性物质应用情况。

2、技能和能力方面：

- ① 掌握以贝类的性腺发育、浮游幼虫生长发育和数量变动、水文、气象、海湾条件为指标的自然海区采苗技术；
- ② 掌握控制贝类的性腺发育、人工诱导、幼虫培育、中间培育和土地育苗技术；
- ③ 掌握不同生活类型贝类的养成技术和养殖工艺；
- ④ 根据海区环境和贝类的生态习性，掌握增殖的基本方法；
- ⑤ 应用新技术、新产品开展贝类增养殖的改革和创新、杂交和定向培育工作。

综上所述，贝类增养殖学研究的内容相当广泛，涉及的知识和技能也多，因此必须充分运用各有关学科的知识和技术，为贝类增养殖生产的发展提供正确的理论依据和行之有效的技术措施；开展基础理论和应用技术的科学研究；认真总结国内外养殖生产的经验和教训，应用新技术、新工艺、新产品改革和创新贝类苗种生产和养殖工艺；积极开展科学知识和技术的普及和推广，尽快使科学技术转化为生产力。从事贝类增养殖学研究和生产的人员，肩负着发展理论、改革工艺，提高生产水平的重任。

二、贝类增养殖在国民经济中的地位

渔业是大农业的重要组成部分，增养殖业又是渔业不可或缺的。发展贝类增养殖对于满足工农业生产和人民生活之需，改善人民食物构成，增加出口创汇等方面都有重要作用。同时又是调整农业结构，促进农业经济全面发展，使沿海人民首先富裕起来的一条重要途径。

1、是渔业，尤其是海水养殖业的重要一环。

目前，我国渔业年产量达1218万吨（1990年），其中海水养殖产量达165万吨，占13.5%。贝类产量约占海水养殖产量的60%左右；养殖面积占海水养殖面积（660万亩）的55~60%。具有举足轻重的作用。我国自50年代以来，每个年代都是靠一个先导产品带动生产的大发展。90年代靠什么？有的专家认为，主要靠贝类。贝类不仅品种多，各地可以因地制宜地发展，还可以减少单品种生产面临的风险，生产潜力十分巨大。

2. 不断满足人民生活日益增长的需要。

随着我国社会主义事业和经济建设的不断发展，广大人民的生活有了明显改善。人们不但要求吃得饱，而且要求吃得好，讲究营养，讲究食物结构，其中重要的一条，就是要不断提高动物性蛋白质的消费。国际上也以蛋白质的消费量作为衡量食物构成和营养水平的主要指标。当今人们尤其喜欢高蛋白、低脂肪的食品，贝类正是符合这一要求，其蛋白质含量高，脂肪含量甚低，因而特别受到人们喜爱。牡蛎、缢蛏、蛤仔、泥蚶成了人们普遍食用的食品。牡蛎被誉为“海中牛奶”，扇贝的闭壳肌干制品“干贝”被称为“天下绝品”。此外，淡菜、蛏干、乌鱼蛋（乌贼的缠卵腺），鱿鱼干、墨鱼干、鲍鱼、西施舌等都是十分珍贵的海产品。

目前我国水产品产量居世界第三位，但人均占有量（10.6kg）与世界平均占有量（16.5kg）还有很大差距。因此加速发展水产业，尤其发展增养殖业，逐步提高水产品的供应水平，解决人们“吃鱼难”的问题十分迫切，也是我们水产工作者应尽的责任。

3. 提供出口，增加外汇收入。

多数水产品在国际市场是畅销商品，出口换汇率高。发展水产养殖生产，增加水产品出口数量，就能为现代化建设提供外汇资金。在出口产品中，平均每创汇一美元需要二元以上的人民币，而水产品只要一元左右。一吨珍珠可换回3835吨钢材，18421吨化肥，2333台7匹柴油机，或245台拖拉机（15匹），304部日野4吨卡车，或6021吨小麦，或6435吨大米。近年来，养殖的鲍、扇贝、缢蛏、文蛤、牡蛎等的出口，为国家创造了大量外汇。

4. 为工业、医药等部门提供了原料。

贝类除了食用外，还有其他广泛的用途。贝壳主要成份是碳酸钙（ CaCO_3 ），可用来煨烧壳灰，是建筑业的重要原料，不少贝类的贝壳晶莹华丽，如珍珠贝（*Pinctada*）、河蚌（*Unionidae*）、贻贝（*Mytilus*）、扇贝（*Chlamys*）、日月贝（*Amussium*）、鲍（*Haliotis*）、马蹄螺（*Trochus*）、蝶螺（*Turbo*）、宝贝（*Cypraeidae*）、竖琴螺（*Harpa*）、芋螺（*Conidae*）、唐冠螺 [*Cassis cornuta* (Linnaeus)]、琵琶螺（*Ficus*）等的贝壳本身具有很高的观赏价值，可做为装饰品，又是贝雕工艺的原料；大马蹄螺（*Trochus niloticus maximus*）、夜光蝶螺（*Turbo marmoratus*）等的贝壳粉是高级油漆的调合剂；江珧（*Pinna*）、贻贝等的足丝可制作纺织品；从某些骨螺科（*Muricidae*）的种类，海蜗牛（*Janthina*），海兔（*Aplysiidae*），乌贼等提取的色素，

是极好的染料。

不少贝类可以作药用，这在许多医药书籍中都有记载。如乌贼的壳（药名“海螵蛸”）具有收敛止血，制酸止痛等功能，“诸血病皆治之”（《本草纲目》）；珍珠和珍珠贝壳（“珍珠母”）有安神定惊、平肝明目、清热解毒、收敛生肌等药理功效，“主明目，除面黥，止泄”（《海药本草》）；“安魂魄，止遗精白浊，解痘疗毒”（《本草纲目》）；长牡蛎（*Crassostrea gigas*）壳（“牡蛎”、“贝母”）具镇静、滋阴、潜阳、化痰、固精、敛汗、制酸、养血等生理功能，“主治男子虚劳，补肾安神”（《海药本草》）；鲍壳（“石决明”）具潜阳、熄风、清热、明目、通淋等功效，“治目障翳痛青盲，久服益精轻身”（《名医别录》）；海兔的卵群（“海粉”）具清热、滋阴、软坚、消炎等功能，“清胆热，去湿化顽痰，清瘰疬、愈瘰疬”（《随息居饮食谱》），“润肺补肾，化痰泻热，止鼻衄血和发烧咳嗽”（《本草从新》）。此外，红条毛肤石鳖（*Acanthochiton rubrolineatus*）、毛蚶（*Arca subcrenata*）、贻贝（*Mytilus edulis*）、马氏珠母贝（*Pinctada martensii*）、堂皇海菊蛤（*Spondylus imperialis*）、海月（*Placuna placenta*）、近江牡蛎、河蚬（*Corbicula fluminea*）、长砗磲（*Tridacna maxima*）、文蛤（*Meretrix meretrix*）、四角蛤蜊（*Mactra veneriformis*）、缢蛏、杂色鲍、黑凹螺（*Chlorostoma nigerrima*）、节蝶螺（*Turbo articulatus*）、棒锥螺（*Turritella bacillum*）、阿文绶贝（*Mauritia arabica*）、红螺（*Rapana venosa*）、蛎敌荔枝螺（*Purpura gradata*）、节棘骨螺（*Murex trivemis*）、泥东风螺（*Babylonia lutosa*）、管角螺（*Hemifusus tuba*）、瓜螺（*Cymhium melo*）、短蛸（*Octopus ocellatus*）等亦可入药。

近年来国际上利用海洋生物提取药物有很大进展，其中很多是从贝类提取的。如从蛤、牡蛎、鲍、海蜗牛、乌贼中提取出抗病毒物质；从硬壳蛤（*Mercenaria mercenaria*）提取的蛤素能抑制肿瘤的生长；杂色蛤仔（*Ruditapes variegata*）组织的提取液，对肉瘤抑制率达30%以上，对肝癌的抑制率达40%。用珍珠贝壳层粉生产注射液，用于病毒性肝炎，疗效显著；用珍珠及珍珠层粉生产各种各种中成药，如六神丸、安宫牛黄丸、海珠惊风散、小儿回春丹，行军散、八宝眼药、复方哮喘散、千锤膏、生肌散以及各种化妆品，保健食品等。海洋生物药物的研究必将取得更大进展。

5. 促进相关行业的发展。

养殖绝不仅是单纯的生物问题，它是一个系统工程。增养殖业的研究和发展，需要借助于养殖土木工程、化纤塑料、病害防治、食品加工、养殖机械、饲料加工业等方面的技术和产品，也必将推动这些相关行业的发展。

6. 扩大劳动就业。

贝类增养殖属劳动力密集型的产业。增养殖业的发展无疑提供了大量就业机会，解决沿海劳动力出路的问题。随着增养殖业的发展，为之服务的产业，特别是养殖器材、加工、流通、管理等环节的加强和改善，就业的机会将会进一步增加。这对于我国人口众多，劳动力资源丰富，就业要求迫切这一国情来说，发展增养殖业显得更加必要。

7. 是调整农业产业结构，使农民尽快富裕起来的重要途径。

农业是一个有机的整体，农、林、牧、副、渔各业之间存在着相互依存，互相促进的内在关系。因地制宜，多种经营，全面发展，使农业结构日趋合理，取得尽可能大的经济效益，这不仅必要，而且是可能的。养殖一亩扇贝年纯收入达400—450元，一亩蛏、蛤300—550元，

一亩贻贝也有 200—300 元，一亩牡蛎 1000 多元，无疑对于沿海农村致富是条很好途径。山东、辽宁、江苏、福建等地沿海的许多例子生动说明了这一点。

三、贝类增养殖发展简况

(一) 我国贝类增养殖发展简况

我国是一个具有五千多年悠久历史的文明古国。远在渔猎时代，我们的祖先就早已懂得开发利用贝类资源了。据考古发现，在新石器时代，我国沿海北起辽宁，南至海南岛都发现了“贝丘遗址”，即当时原始人类食用贝类所留下的贝壳堆。如辽宁旅大市郊小磨盘山贝丘，长 20 米，宽 5 米，厚 0.5 米，以牡蛎壳为主，其次为蛤仔、蝶螺等；山东小长山岛大庆山北麓贝丘长 500 米，宽 300 米，厚度为 0.3~1.5 米，多是鲍、螺、海蛤壳；山东大长山岛马石贝丘 300×150×0.6~3 米；东海沿岸的闽江、晋江下游都发现多处贝丘遗址。台湾岛台北市北端的圆山贝丘，方圆数百米，厚达 4 米，有水晶螺、小旋螺、凌芋螺、牡蛎等近 10 种贝类的壳；金门富国墩贝丘有 20 多种贝壳；南海沿岸几乎每个县均有文化遗址，其中不少是贝丘遗址，如广东潮州市西郊的陈桥贝丘，出土了几十万斤贝壳，还有采螺石器——“螺蛳喙”；广西东兴的亚善山、林较山、马兰咀等多处贝丘；海南陵水县新村贝丘等。贝丘年代，据碳同位素测定，早的距今有 6000 余年，大都在 4000~5000 年左右，如富国墩贝丘为 6310±370 年；广东潮安地区贝丘距今 5000 年以上；长海县贝丘距今约 4000 年，圆山贝丘距今 3500~4000 年；富国墩贝丘中出土的有二件石器：石把手和凹石器各一件；长海县各岛贝丘出土的工具就更多了，有鱼钩、网坠、石镞、石斧、石刀、石磷、磨盘等。说明贝丘人在采拾贝类的同时，还兼事渔猎和农耕。新石器时代的贝丘人主要生产活动是采拾贝类，贝肉是维持生活的主要食物。据《路史·后记》载，夏代大禹规定贡品“东海鱼须鱼目，南海鱼革、玃珠、大贝”、“北海鱼石鱼剑”，《禹贡》亦有类似记载。商代《逸周书》云，商汤下达“四文献令”中列有鱼皮、玃珠、玃瑁、贝类；郑州商代早期遗址亦发现了海产贝类的壳、蛤蜊、鱼牙、鱼鳞等，说明三千多年前的商代中原地区也吃到了海产品。可见开发利用的规模和范围之广。

随着人类社会的发展，人口的增加，开发规模的扩大，单纯的采拾、狩猎不能满足需要，于是开始了简单的蓄养，以延长利用时限。这就是养殖的原始阶段。随后进入半人工养殖，即采集天然贝苗，投放到特定的海区和滩涂，进行人工管理而收获。由于自然海区苗种丰歉不稳，限制了养殖生产的发展，于是一方面进行海区苗种生产预报，另一方面进行人工育苗研究。从亲贝培育，成熟精卵的获得，受精，幼体培育，稚贝培育等各个环节都在人为控制下进行。从贝苗培育直至达到商品规格而收获，即全人工养殖阶段。此外，以人工培育的大量种苗投放到自然海区，利用海区的生产力从而增加产量即放流增殖。

我国贝类养殖是养殖业中开展得最早的一类，其中尤以牡蛎养殖为最早。据 Soame Jenyns (1931) 写到，“据罗马人普林尼 (Pliny, 公元 23~79 年) 记载，在西方首建的 *Sergius orata* 牡蛎人工育苗床建立之前很久，中国人便已掌握了牡蛎养殖艺术了”(齐钟彦，科技史文集，1980 第四辑)。这主要指广东沿海牡蛎的养殖，距今已二千多年了。据历代史料和方志资料，贝类

养殖主要始于宋代。如宋梅尧臣（公元1002~1060年）的《食螺诗》云“亦复有细民，并海施竹牢。采缀种其间，冲激姿风涛。咸卤与日滋，蕃息依江皋”。这是插竹围养牡蛎的生动记载；福建泉州洛阳桥（古称万安桥），建于宋代皇佑五年到嘉祐四年（公元1053~1059年），为保护桥基柱石，“取蛎房散置其上，岁久延蔓相粘，基亦固也”（宋方勺《泊宅篇》），这是石基养殖褶牡蛎（*Crassostrea plicatula*）的初始阶段，距今已近千年。与此同时，滩涂养蛭、养蛤、养蚶也逐一开展。到明代，各地的养殖业已相当普遍。反映在明、清两代各类文籍记载也渐增多，如明代的《渔书》、《闽中海错疏》、《海味索隐》、《本草纲目》、《山堂肆考》、《闽部疏》、《食物本草》、《泉南杂志》、《天工开物》、《格古要论》、《异鱼图赞》、《农政全书》、《雨航杂录》、《大明会典》、《闽小记》等，清代的记载就更多了，如《广东新语》、《古今图书集成》、《格致镜原》、《海错百一录》、《南越笔记》、《本草纲目拾遗》、《大清会典》、《记海错》、《渔业历史》及各府县地方志。到本世纪三四十年代，养殖规模已有相当水平，如《福建通志》（陈衍、沈瑜庆撰，1938年8月刊峻）记载的福建沿海养蛎已有相当规模，罗源、霞浦沿海海埕各方四十里，宁德、霞浦、长乐的蛤；福鼎、宁德、连江、长乐、同安的蚶；福鼎、连江、宁德、霞浦、诏安、晋江等地的蛭都达到相当水平。

建国以后，海产贝类产量：1951年达7.6万吨，1961年达9.8万吨，1971年达13.8万吨，1981年达26.9万吨，近几年的发展更加迅速。其中牡蛎产量1958年为2.5万吨（鲜肉）、1983年面积达37.33万亩，产量达3.6万吨；缢蛭产量1958年为2.7万吨，1979年面积达10.3万亩，4.7万吨；1983年面积达21.09万亩，产量达8.9万吨。贻贝1959年开始试养，1974年达7899亩，产量1.5万吨，1978年达3.98万亩，产量9.62万吨，1983年2.54万亩，产量11.45万吨，亩产平均达4.5吨。蚶蛤1978年养殖面积7.84万亩，产量1.15万吨；1981年达21.52万亩，产量2.54万吨，1983年增至54.11万亩，2.78万吨。此外，鲍、珍珠、扇贝等海珍品的养殖也有了很大发展。

除养殖种类、面积、产量明显增加外，科学研究和养殖技术也有了较大进展。1958~1960年间在福建开展的缢蛭平畦采苗予报，大大提高了海区采苗的科学性和把握性，随后推广应用到牡蛎、泥蚶、扇贝、贻贝等的采苗予报上，取得了较好效果。六十年代在广西开展的马氏珠母贝人工育苗首获成功之后，迅速推广应用，如今几乎所有养殖的贝类都能进行人工育苗了，闯出了一条新路。目前土池和围垦海区的蛤、蛭的育苗，大大缓解了苗种供应紧张局面，并推广到其他种类的苗种培育上去。养殖工艺不断改革，单产和经济效益也明显提高，养殖从滩涂平面式，推向浅海垂下式，扩大了养殖区，单产数倍提高；贝藻、贝虾等套养、轮养、互惠互利，贝藻、贝虾双丰收。此外，鲍、扇贝等的海区放流增殖；鲍、牡蛎、扇贝等优良品种的移植驯化；敌害生物和病害防治等方面都取得了可喜进展。养殖机械化水平也有了提高，如蛭埕耕耘机，缢蛭、贻贝剥壳机，已达实用水平，蛭子收获机亦已研制出样机。可以说我国的贝类养殖已进入了全人工企业化水平，开始了养殖、增殖相结合，走栽培渔业的道路。

（二）国外贝类增殖养殖发展简况

世界上对贝类的研究开始得也很早。远古希腊的亚里斯多德（Aristotle，公元前384~322年）对贝类的分类研究做了一些工作。以后罗马的普林尼（Pliny，公元23--79年）；文

文艺复兴时期有贝略 (Belon)、龙德勒 (Rondelet)、格斯纳 (Gesner) 等在贝类的研究方面有一定贡献。英国皇家医生李斯特 (Lister) 在《Historia Conchyliorum》(1685) 一书发表了大量贝类种类, 从而创立了贝类学。随后他又陆续发表了一些贝类分类和解剖方面的文章。从十五—十六世纪起, 西方资本主义逐渐发展, 为了争夺原料和市场, 与各国进行贸易往来, 派遣了一批批探险队和调查队, 到世界各地收集了大量的资料、标本和研究成果, 贝类的研究有了较大进展。期间主要有林奈 (Linnaeus 1707—1778)、拉马克 (Lamarck, 1774—1829) 以及哥达尔 (Guettard)、阿当逊 (Adanson)、卜里 (Poli)、居维叶 (Cuvier) 等。直到十九世纪以前, 研究工作主要是形态学、分类学、地理分布等方面。一些国家, 如法国、西班牙、日本、美国、荷兰、澳大利亚、挪威、苏联、新西兰、马来西亚等国家的贝类养殖也逐渐发达起来。

十九世纪以后, 特别是近三十年来, 随着工业和科学技术的进步, 新技术、新工艺不断应用到贝类研究和养殖生产上来, 养殖业的发展更加迅速了。据联合国粮农组织统计, 1985年世界海产贝类总产量达 417 万吨, 约占海水养殖产量的 54% 左右。其中牡蛎产量 103 万吨, 贻贝 71 万吨, 扇贝 60 万吨, 蛤类 160 万吨, 其他杂贝 14 万吨, 鲍和螺类 7.7 万吨, 珍珠及珠母贝 0.6 万吨, 近几年的产量呈上升趋势。

牡蛎被誉为“海中牛奶”, 特别受到西方国家的重视, 主要种类是长牡蛎 (*Crassostrea gigas*), 该种原产于日本, 后移植到欧洲和美洲, 产量占牡蛎总量的 60% 以上。其次还有密鳞牡蛎 (*Ostrea denselamellosa*)、食用牡蛎 (*Ostrea edulis*)、美洲牡蛎 (*Crassostrea virginica*)、欧洲牡蛎 (*C. angulata*)、澳洲牡蛎 (*C. commercialis*)、希腊牡蛎 (*C. lurida*) 等。比较发达的国家有: 美国 (产量占 37~41%), 日本 (占 25~29%), 南朝鲜 (8~9%), 法国 (8~10%), 墨西哥 (3~4%) 等。养殖方法以筏式养殖为主, 法国等还有水池养殖等方式。

贻贝世界养殖产量居第二位, 达 35—37 万吨, 主要种类是紫贻贝 (*Mytilus edulis*), 其次有翡翠贻贝 (*Perna viridis*)、加州贻贝 (*M. californianus*)、普要凡斯贻贝 (*M. galloprovincialis*) 等。法国养殖贻贝始于 1235 年, 养殖方式采用“布肖系统”, 1946 年以后改用筏式养殖。西班牙借鉴日本养殖牡蛎的方法养殖贻贝, 产量大幅度提高, 六十年代超过法国, 七十年代超过荷兰, 跃居第一位, 年产约 15 万吨; 荷兰养殖贻贝有百余年历史, 现年产约 10 万吨, 居第二位; 法国目前年产约 4~5 万吨。东南亚的泰国贻贝产量约 4.5 万吨, 菲律宾约 1.5 万吨。

蛤类世界养殖产量约 8~10 万吨。主要国家有英国、印度 (3 万吨)、马来西亚 (3 万吨)、南朝鲜 (1.68 万吨)、日本 (1 万吨)。主要种类有乌蛤 (*Cardium muticum*)、射利帘蛤 (*Venus mercenaria*)、丽文蛤 (*Meretrix lusoria*) 等。马来西亚的沙捞越和沙巴地区大力发展血蛤 (*Sanquinolaria cruenta*) 生产, 养殖产量达 6.89 万吨, 成为世界血蛤养殖产量最高的国家, 占世界蛤产量的 86%。

此外, 近年来国外对扇贝、鲍、珍珠等的养殖亦十分重视, 养殖规模和产量迅速提高。

纵观世界水产发展情况, 海洋面积约 3.6 亿平方公里, 占地球面积的约 71%, 生物种类多, 沿海地区渔业产量丰富。但并非取之不尽, 用之不竭。从海洋获得的食物只占人类食物量的 1%, 而绝大部分来自陆地。世界水产品产量 1950 年约 2110 万吨 (其中海洋占 1860 万吨), 1960 年为 4020 万吨 (海洋 3410 万吨), 1970 年 6558 万吨 (海洋 5950 万吨), 1980 年

为 7219 万吨 (海洋 6458 万吨), 到近年约 8400 万吨。五十到六十年代, 约 10 年产量翻一番, 六十年代至今, 二三十年产量约翻一番, 增长速度明显放慢。然而, 从 1970 年到 1976 年, 国外 100 吨级捕捞船从 13302 艘增至 18923 艘, 渔获量从 5950 万吨增至 6276 万吨, 年递增不到 1%, 船均单产则从 3050 吨降为 2190 吨, 人均捕获量从 24.6 吨/人 (1971) 降为 23.5 吨/人 (1979)。与此同时, 世界海水养殖产量从 1960 年的 100 万吨 (占水产量总产量的 2.5%), 升到 1980 年的 550 万吨 (占 7.6%), 20 年间增长 4.5 倍。1984 年世界养殖产量达 755 万吨, 其中亚州 606 万吨, 欧洲 86 万吨, 北美 46.7 万吨, 拉美 6.06 万吨, 大洋洲 2.2 万吨。到本世纪末, 养殖产量预计可达 4000—5000 万吨。在当今科学技术日新月异, 渔船设施十分先进, 船、网、人大量增加的情况下, 捕捞生产徘徊不前, 增长速度十分缓慢, 而养殖生产却能大幅度增长。因此绝非是“有水就有鱼”, “增船就增产”, 海洋不是取之不尽的宝库。而发展养殖却是增加人类蛋白质食品的重要途径, 因而受到人们的重视, 异军突起, 被称为“兰色革命”。

日本是世界海水养殖最发展的国家, 1962 年海水养殖产量达 32 万吨, 1972 年达 61 万吨, 1976 年达 80 万吨, 1978 年达 100 万吨, 其中 1/3 是贝类产量。平均每 10 年产量翻一番。近年更有较大发展。其中鱼虾产量占 15%, 贝类占 35%, 藻类占 45% 左右。六十年代以来, 日本提出了“栽培渔业”, 并于 1962 年把濑户内海作栽培渔业中心, 研究苗种人工培育技术, 研究海湾增殖。目前日本沿海有 2/3 的县已完成了或开始建设栽培渔业中心。日本贝类养殖的主要种类有牡蛎、扇贝、珍珠、鲍鱼、毛蚶等。牡蛎年产 22.6 万吨 (折合鲜蛎肉约 3.4 万吨), 珍珠年产最高时达 127 吨 (1967), 近年产量约 50 吨上下。扇贝产量 1964 年约 0.7 万吨 (占世界扇贝产量的 5%), 1970 年后由于扇贝海区半人工采苗成功, 1974 年日本的扇贝产量跃升至 8.75 万吨, 超过美国 (7 万吨), 而跃进世界第一位; 鲍年产约 6000—7000 吨, 近年由于鲍的人工采卵和育苗研究工作的深入, 促进了鲍的养殖生产, 年培育鲍 5000 万粒, 主要用于人工放流。

西德六十年代以来用集庄箱式养殖牡蛎, 在 2.73m^2 的集庄箱, 能提供 20m^2 的养殖面积, 经 22 个月, 一个集庄箱产量达 150 公斤商品牡蛎。

纵观当今世界贝类养殖情况, 各国都十分重视: 适宜作为养殖对象的探索、养殖贝类的营养和食料开发、繁殖生理学、病理学、养殖贝类的生态学、养殖工程学、废物废能的再利用、环境和资源保护、经营管理等方面的研究, 取得了许多进展。

四、我国贝类增养殖发展展望

(一) 发展贝类增养殖有许多优势

1. 自然条件优势。我国地处热带、亚热带和温带, 纬度每降低 1 度, 水温约递增 1.1°C , 为各种适温条件的贝类提供了优越的栖息环境。我国海岸线长达 1.8 万公里, 海岸曲折, 港湾众多, 滩涂浅海辽阔, 岛屿星罗棋布。仅滩涂面积约 3000 万亩, 0--15 米浅海 18103 万亩。目前尚有大片滩涂和浅海水域未加利用, 潜力很大。江河纵横, 奔腾入海的河水不仅带来了丰富的营养盐, 而且调节了沿海海水盐度, 为各种适盐贝类的生活提供了良好的场所。

2. 贝类资源丰富。据不完全统计,我国大连沿海软体动物 161 种;黄渤海 400 种;东海种类更多,其中仅闽、浙两省潮间带就有 495 种,福建 20 米水深浅海底栖软体动物 291 种;南海的双壳类 218 种。我国沿海软体动物生物量很大,如浙江潮间带软体动物生物量平均为 $58.29\text{g}/\text{m}^2$, 密度为 286.9 个/ m^2 ;福建软相潮间带软体动物平均生物量达 $17.20\text{g}/\text{m}^2$, 密度达 82.0 个/ m^2 , 浅海软体动物平均为 $11.65\text{g}/\text{m}^2$, 密度 16 个/ m^2 。一些种类生物量很高,如褶牡蛎达 $6155\text{g}/\text{m}^2$, 2400 个/ m^2 (青岛中港石墙中潮区),渤海鸭嘴蛤达 $852.60\text{g}/\text{m}^2$, 1064 个/ m^2 (晋江陈埭),寻氏肌蛤生物量 $2144.48\text{g}/\text{m}^2$, 密度 19541 个/ m^2 (霞浦东吾洋后首中潮区);浅海的西施舌高的达 1210 个/ m^2 (长乐梅花),波纹巴非蛤达 $411.5\text{g}/\text{m}^2$ (兴化湾)。

3. 养殖历史悠久,积累了丰富的经验

4. 贝类养殖投资省、产量高、生产稳定,见效快、易于群众掌握推广,产品受群众欢迎,不争农地、不争水,劳力密集型,发展贝类养殖具有很强的竞争能力。

5. 目前中央制定了开放、搞活的经济政策,全国重视水产养殖,为贝类养殖提供了极为有利的时期和社会环境。发展养殖业不仅是战略的需要,而且也是繁荣城乡经济,活跃市场,改善人民生活的实际需要。发展前景十分广阔。

(二) 今后应当重视研究的问题

发展贝类及其他养殖,有利因素很多,潜力很大,但在发展过程中也存在着不少问题。如资源状况不清,养殖结构不尽合理,生产发展不平衡,生产水平低下,科技力量薄弱,环境污染日趋严重,经营管理和渔业法规的执行不力等等,都在不同程度上影响了生产的发展。

今后应当着手研究的问题有:

1. 查清资源,探索新的开发对象。目前人们很热衷于引进良种,这当然是必要的。但是引进不能代替本国资源的开发。如果不立足于本国、本地资源的开发研究,过分依赖从国外引进,将会造成不可估量的生态平衡破坏的恶果。国外的例子很多,前车之鉴不可复辙。

2. 改革养殖技术。贝类养殖至今仍然大多是粗放养殖;养殖方法也多是传统的、陈旧方法,如投石养蛎,不仅单产低,而且收获困难,对滩涂底质影响严重;滩涂养殖多,浅海利用少;平面养殖多,立体利用少;单品种养殖多,综合开发少;种苗“靠天吃饭”,生产不稳,供应紧缺等等现象,这都与生产技术有很大关系。

3. 重视基础研究,加强科研成果的推广应用。如人工育苗,虽然许多贝类都开展了育苗研究,也大都成功地培育出了种苗,但由于基础研究不够深入,不系统,育苗生产至今很少达到生产水平;贝类的滞育、死亡屡有发生,但原因大多不明;杂交选育新品种开展甚少;推广也是科学研究,应重视推广人员的技术培训,提高素质。

基础理论研究应主要集中在养殖贝类的生理、生态、遗传、病理和病害防治等方面,特别是繁殖生理生态学研究,以解决苗种生产为目标。此外,贝类的多倍体培育、雌核技术、细胞融合技术等生物工程研究,已展示了良好前景。在这方面也应当给予重视和研究。

4. 增殖放流的研究,着重解决增殖放流的主要对象、海区、放流技术。尽快提高农牧化水平;重视资源和环境的保护,防止养殖水域的污染。

5. 养殖机械化的研究。目前养殖生产基本上是手工操作,劳动强度大,效率低。重点解决育苗生产的配套机械,滩涂耕耘机械,收获机械,(如牡蛎剥壳机械等),以及养殖器材的