

海水生态养殖 理论与技术

Theories and Techniques of Ecological-Benefit Mariculture

王清印 主编



 海洋出版社

海水生态养殖理论与技术

Theories and Techniques of Ecological-Benefit Mariculture

王清印 主编

海洋出版社

2005 年·北京

内容简介

生态养殖是海水养殖业走可持续发展道路的重要议题,是养殖业者追求的人工养殖活动与生态环境协调发展的理想途径。随着海水养殖业的迅速发展,与生态养殖密切相关的品种改良、疾病防治、养殖模式、营养饲料以及生态环境等日益成为业内人士关注的热点问题。本书在2004年11月8~10日在宁波召开的“全国海水生态养殖学术研讨会”上发表的论文的基础上编辑而成,从一个方面反映了我国海水生态养殖领域的研究成果和最新进展。

本书共分七章。第一章:海水生态养殖的理论对策,第二章:甲壳动物生态养殖技术,第三章:贝类生态养殖技术,第四章:鱼类生态养殖技术,第五章:藻类养殖技术,第六章:营养与饲料研制技术,第七章:海洋生物的疾病防治技术。

本书可供高等院校、科研院所以及从事海水养殖研究和开发工作的师生、学者和管理工作者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

海水生态养殖理论与技术 / 王清印主编. —北京: 海洋出版社, 2005.8

ISBN 7-5027-6308-2

I. 海… II. 王… III. 海水养殖 IV. S967

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 079142 号

策划编辑: 申果元 林琳

责任编辑: 刘亚军

责任印制: 严国晋

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

天津蓟县宏图印务有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 25

字数: 600千字 印数: 1~1000册

定价: 60.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换



主 编 简 介

王清印, 1952 年 8 月生, 山东菏泽人。1981 年山东海洋学院 (现中国海洋大学) 海洋生物遗传专业硕士研究生毕业; 现任中国水产科学研究院黄海水产研究所副所长、研究员、博士生导师; 一直从事海水养殖生物的遗传育种、繁殖和发育生物学、海洋生物技术等研究工作; 为农业部有突出贡献中青年专家, 中国水产科学研究院重点研究领域首席科学家, 享受政府特殊津贴。

在国内外学术刊物上发表论文、报告 150 余篇, 合著《对虾繁殖和发育生物学》、主编《海水健康养殖的理论与实践》、《海水设施养殖》等专著。多项研究成果获省部级科技进步奖。主要社会兼职有: 中国海洋大学、厦门大学、上海水产大学等兼职教授, 中国水产学会海水养殖分会主任委员, 以及多个国家级学会的理事或专业委员会委员等。

《海水生态养殖理论与技术》编委会

顾 问 赵法箴 杨丛海 王子臣

刘思俭 雷霖霖 王如才

主 编 王清印

副主编 裴鲁青 方建光 叶富良 刘世禄

编 委 (按姓氏笔画为序)

王清印 方建光 王勇强 王爱民

王涵生 王喜福 冯永勤 叶富良

乔振国 关瑞章 刘世禄 刘 晴

刘雅丹 孙修勤 孙喜模 朱日进

许 璞 吴信忠 张士瑾 张国范

张振奎 张 勤 李文姬 李加儿

李琼珍 肖 乐 苏永全 连建华

陈 丹 陈伟芳 周海涛 徐君卓

郭新堂 高悦勉 黄 健 黄伟建

董双林 蔡生力 裴鲁青 魏利平

目 次

第一章 海水生态养殖的理论对策 (1)

- 第一节 发展生态养殖,提高经济、社会和生态效益 赵法箴等(1)
- 第二节 海水养殖贝类种质资源的保护 孙振兴(7)
- 第三节 我国海水养殖标准的现状及发展趋势 张 岩等(13)
- 第四节 组合水产养殖:一元化水产养殖的有机整合..... 孔 杰(18)
- 第五节 论深水网箱鱼类养殖技术 常抗美等(21)

第二章 甲壳动物生态养殖技术 (25)

- 第一节 饵料对凡纳滨对虾精英生成和精子质量的影响 蔡生力等(25)
- 第二节 切除眼柄对凡纳滨对虾精英生成和精子质量的影响 蔡生力等(32)
- 第三节 温度、盐度对凡纳滨对虾精英再生和精子质量的影响..... 蔡生力等(41)
- 第四节 养殖凡纳滨对虾精英生成的最小生物学体长、体重和月龄
的观察 蔡生力等(52)
- 第五节 凡纳滨对虾低盐度高产虾池理化及微生物环境 查广才等(55)
- 第六节 凡纳滨对虾与遮目鱼混养试验 冯永勤(63)
- 第七节 中华绒螯蟹不同种群一龄阶段生长性能比较 耿绪云等(67)
- 第八节 梭子蟹养殖高产增膏技术研究 何明华(74)
- 第九节 双齿围沙蚕胚胎及幼体发育的研究 柳敏海等(79)
- 第十节 锯缘青蟹育苗池微生态研究 乔振国等(83)
- 第十一节 日本囊对虾性腺发育调控技术的研究 王勇强等(87)
- 第十二节 当前河蟹育苗中存在的几个误区 徐加涛等(90)
- 第十三节 新型风味素对养殖脊尾白虾海鲜风味的影响 徐年军等(92)
- 第十四节 凡纳滨对虾亲本选育及虾苗培育技术探讨 叶 宁等(97)
- 第十五节 三疣梭子蟹二茬池塘养殖试验..... 袁列伟等(101)
- 第十六节 海水虾苗的淡化养殖技术研究..... 张振奎等(105)

第三章 贝类生态养殖技术..... (109)

- 第一节 温度和规格对文蛤耗氧率的影响..... 冯建彬等(109)
- 第二节 企鹅珍珠贝全人工养殖及育珠技术研究..... 符 韶等(113)
- 第三节 象山港海区褶牡蛎自然采苗与养殖技术的研究..... 吴望星等(117)

第四节 东风螺的人工养殖现状及展望·····	张汉华等(121)
第四章 鱼类生态养殖技术·····	(126)
第一节 南麂海区深水网箱适养鱼种初步筛选·····	蔡厚才等(126)
第二节 南麂海区真鲷深水网箱养殖技术研究·····	蔡厚才等(131)
第三节 军曹鱼营养饲料的研究·····	丁兆坤等(137)
第四节 微生态制剂对牙鲆蛋白酶和生长的影响·····	冯俊荣等(140)
第五节 重金属离子对大西洋鲷胚胎发育的影响·····	郭立等(146)
第六节 斜带石斑鱼台湾养殖群体遗传多样性的 RAPD 研究·····	郭丰等(151)
第七节 鱼类主要消化酶研究进展·····	李希国等(155)
第八节 牙鲆 4 个人工雌核发育家系微卫星标记研究·····	刘海金等(160)
第九节 网箱养殖条件下军曹鱼人工育苗研究·····	罗杰等(167)
第十节 军曹鱼人工育苗适宜投饵时间和投饵水平研究·····	孙丽华等(175)
第十一节 军曹鱼开口生物饵料研究·····	汤保贵等(181)
第十二节 犬齿牙鲆胚胎与胚后发育的形态特征·····	王波等(184)
第十三节 两种麒麟鱼的生物学特性比较·····	王波等(192)
第十四节 深水网箱养鱼产业化的特点与技术关键·····	徐君卓(197)
第十五节 鱼类虾青素代谢的研究·····	许友卿等(203)
第十六节 美国红鱼的生态养成技术·····	张朝晖等(206)
第十七节 大黄鱼三倍体流式细胞仪检测技术研究·····	郑春静等(212)
第五章 藻类养殖技术·····	(216)
第一节 紫菜栽培对海区去富营养化作用研究·····	何培民等(216)
第二节 高温对坛紫菜纯系育苗的影响·····	骆其君等(222)
第三节 光生物反应器培养等鞭藻 8701 的技术·····	骆其君(227)
第四节 新型“联体式微藻连续培养光生物反应器”和“动物型生物反应器”的设计与研究·····	裴鲁青等(235)
第五节 海带含砷问题的探讨·····	孙建璋等(240)
第六节 坛紫菜 rbcS 及 rbcL-rbcS 基因间隔区的序列分析·····	孙雪等(244)
第七节 不同光质对肠浒苔生长及几项生理指标的影响·····	徐善良等(251)
第八节 几种环境因子对绿色巴夫藻生长及甾醇组成的影响·····	徐志标等(257)
第九节 绿色巴夫藻的光生物反应器半连续培养研究·····	徐志标等(263)
第十节 赤潮异弯藻细胞稳定性及其毒性研究·····	周成旭等(269)
第十一节 硅藻与甲藻混合培养条件下的种群动力学·····	周成旭等(279)
第六章 营养与饲料研制技术·····	(285)
第一节 一株高活性光合细菌的分离及培养条件的研究·····	操玉涛等(285)

第二节	光合细菌对斑节对虾亲虾培育水体异养细菌数量的影响·····	黄建华等(290)
第三节	盐田生物卤虫及其应用·····	孙瑞椒等(295)
第四节	不同食物条件下蚤状溞的脂肪酸组成比较研究·····	王丹丽等(302)
第五节	生长激素在水产养殖中的应用·····	许友卿等(307)
第六节	用基因工程方法研制高产重组二十二碳六烯酸·····	许友卿等(317)
第七节	维生素 E 的吸收与代谢 ·····	许友卿等(321)
第八节	环保饲料与海水养殖的可持续发展·····	张邦辉等(332)
第七章 海洋生物的疾病防治技术·····		(337)
第一节	生物抗菌排毒添加剂在水产养殖中排药残效果研究·····	何明华(337)
第二节	诺氟沙星对斑节对虾幼体发育及育苗水体细菌数量的影响·····	马之明等(342)
第三节	哈维氏弧菌三种抗原接种大黄鱼的免疫效果比较·····	毛芝娟等(348)
第四节	黑鲷细菌性疾病的病原研究·····	沈锦玉等(352)
第五节	大菱鲆红体病虹彩病毒的 PCR 扩增和分子生物学分类鉴定 ·····	史成银等(358)
第六节	凡纳滨对虾疾病综合防治技术探索·····	汤瑜璜(367)
第七节	正常牙鲆与腹水病牙鲆血液生理指标的比较研究·····	陶秉春等(374)
第八节	分子生物学技术在水产动物免疫学中的应用·····	王广军(379)
第九节	芽孢杆菌合生素在对虾集约化养殖中的应用·····	文国樑等(385)
第十节	“353”制剂在凡纳滨对虾养殖中的应用探讨 ·····	徐开崇(389)

第一章 海水生态养殖的理论对策

第一节 发展生态养殖,提高经济、社会和生态效益

一、生态养殖的特征及必要性

(一) 主要特征

生态养殖根据不同养殖生物间的共生互补原理,利用自然界物质循环系统,在一定的养殖空间和区域内,通过相应的技术和管理措施,使不同生物在同一环境中共同生长,实现保持生态平衡、提高养殖效益的一种养殖方式。这是根据生态和经济学的原理并运用系统工程,在总结传统养殖经验的基础上,建立起来的一种多层次、多结构、多功能的综合养殖技术的生产模式。与陆地生态系统相比,水域生态系统中因水具有流动性和较大的热容量,使广大水域环境的特征比较均一,而变化比较缓和,并较少出现极端情况。因此,许多水生生物具有广泛的地理分布范围,系统的类型也因此而比陆地少。根据水化学性质不同,可分为海洋生态系统与淡水生态系统。

但是,各种水体及同一水体的不同部分,自然条件也不完全一致,形成不同的生态环境,分别生活着各种不同的水生生物。一般将水体沿垂直方向分为深水层、中水层和表水层三部分,生物也被划分为几个相应的生态类群:底栖生物、自游生物、浮游生物和漂游生物。

水域生态系统的大多数初级生产者各种浮游藻类,它们的体积很小而表面面积大,适于浮游。同时由于它们的寿命短,一部分个体被植物性动物所滤食,保留下来的另一部分个体也很快死亡并被微生物分解,因此积累的现存生物量很少,而较高营养级的生物寿命长,故在水生生态系统中出现颠倒的生物量金字塔,这是陆地生态系统不曾出现的特征。

在浩瀚的海洋中生产着大量的生物,既有以各种浮游藻类为主的植物,也有从原生动物到脊椎动物几乎所有的动物门类,约达 25 万种之多。它们构成了错综复杂的食物网,形成了独特的海洋生态系统。

广阔的海洋由于各部分的深度、光照、盐分和生物种群组成不同,可进一步划分为海岸带、浅海带和远洋带等,它们之中又包括许多次级生态系统。

(二) 必要性

1. 有利于保障食品安全

改革开放以来,随着经济的不断发展,人民生活水平也在不断提高,人们对水产品的需要量也随之上升。1978 年,水产品人均占有量仅为 4.8kg,到了 2003 年,我国水产品人均占有量达到了 37.16kg,水产品已成为广大城乡居民生活中的重要蛋白来源。然而,从水产品的质量

方面来看,却存在着严重食品质量的问题。

随着水产品供求关系的变化和人民生活水平的不断提高,广大城乡居民对清理“餐桌污染”、确保食品安全的要求日益强烈。我国已经加入 WTO,改善水产品品质,提高水产品的国际市场竞争力,增加渔民收入,成为渔业经济结构调整的紧迫任务。

近年来,不少地区在水产养殖、水产品加工以及销售等许多方面,滥用药物、过量用药和滥用添加剂的问题十分严重;由于水产品药物残留造成对人体危害的事情时有发生,甚至还发生了由于食用水产食品导致的各种中毒或死亡事件,造成了严重的后果。

2. 有利于保护渔业种质资源

改革开放以来,由于环境污染和酷渔滥捕等原因,我国水产种质资源数量减少,质量下降,影响了渔业可持续发展的后劲。“中国脊椎动物濒危物种有 398 种,其中水生野生动物有 150 种,占 40%,还不包括一些甲壳动物和软体动物,水生高等植物濒危种类达 100 余种”,“在中国大陆,20 世纪下半叶以来,已有 3 种淡水鱼类绝迹,97 种淡水鱼类处于濒危,更多遭受遗传污染”。生态养殖是根据生态经济规模而建立起来的渔业生产模式,在其生产过程中,首先要考虑到的就是系统中物种的平衡和环境保护的问题。推广生态养殖,有利于保护环境和种质资源。

3. 有利于提高渔民收入

近年来,人们对绿色产品的需求和环境意识越来越强,绿色产品将逐渐替代那些劣质产品,其需求量将上升。生态养殖生产的是绿色水产品,按此模式生产出的产品将较一般产品更有市场,其生产者也就有了致富之路。事实上,我国各地区和发达国家的实践已证明了这一点,目前市场上的绿色食品价格较一般产品贵,但仍然供不应求。目前国家强调要加强环境保护,强调调整渔业产业结构,发展生态养殖既符合国家的宏观政策,又有利于提高生产者的收入,实现可持续发展。

4. 有利于我国出口创汇

水产品是我国重要的出口创汇产品。2003 年,我国水产品出口总量为 210 万 t,创汇额达 54.9 亿美元,在农业产品出口中列首位,然而,近两年来水产品的出口都受到了挑战。1998 年 7 月 1 日起,欧盟禁止从中国进口任何形式的鲜活水产品,冷冻产品需逐批检验方可入盟,这一规定到最近在各方面的努力下方才得以取消;运销日本的冰鲜鱼因质量原因,拍卖价格比其他国家低。

据资料介绍,2001 年 9 月底,欧盟因氯霉素残留问题将中国冻虾产品纳入其食品快速预警机制。2002 年 1 月 31 日,又正式通过了决议,自 2 月 1 日起全面暂停从中国进口动物制品,欧盟市场对我国动物源性产品的市场完全关闭。2002 年 1 月,美国食品及药物管理局也做出反应,对我国对虾产品发出预警通报,并宣布禁止在动物源性食品中使用氯霉素、磺胺类等 11 种药物的残留限量。

由此可见,不实行绿色营销,不发展生态养殖,我国的水产品将由于“绿色壁垒”的限制而很难进入国际市场,这势必严重阻碍我国水产品的出口创汇。

从国际环境来看,发达国家对绿色水产品的需求量很大,如前所述,美、日、欧盟等国家和地区都将“环境标识”作为外国产品进入市场的条件;从国内来看,随着人民收入水平的提高和环境意识的加强,绿色食品需求量正在逐渐加大。可以预见,绿色食品将成为人类最主要的食品,这无疑为以提供绿色水产品为特色的生态养殖提供了广阔的市场前景。因此,从其市场前景来看,在我国发展生态养殖是可行的。

5. 有利于解决人口与资源压力

我国人多水少,水资源紧缺,人均占有量为世界人均占有量的 1/4,列居世界第 88 位。近两年来,随着国际上 200 海里专属经济区制度的建立,我国近海水面将大大减少,仅以江苏为例,就将损失到沙外、远东、江外、大沙、长江口等渔场,3 万多出海劳动力、6 万多渔民家属和 1 万多相关行业从业人员将丧失生计。这势必对我国本已尖锐的人口与水资源之间的矛盾火上加油。因此,我国渔业发展途径和方式,既要充分有效利用水资源,又要节约、保护和合理利用资源。生态养殖是一种充分考虑到人与渔业资源相互利用的生产模式,因此大力发展生态养殖可以有效地解决这一矛盾。

二、我国生态养殖的主要模式

(一) 渔、农综合经营型

主要有:鱼、草,鱼、桑,鱼、蔗,鱼、菜,鱼、稻,蟹、稻,鱼、林,鱼、果模式。

其中,鱼、稻养殖较为普遍。

(二) 渔、牧综合经营型

主要包括鱼、牛,鱼、猪,鱼、鸭,鱼、鹅等立体养殖模式。

(三) 渔、农、牧多元综合经营型

这种多元化结合的综合经营型,使水域资源得到更加充分利用。系统中的物质循环和能量流动更趋完善合理,并使生态经济效益提供到更高水平。

该类型的主要形式有:鱼、牛、猪、鸭、鹅、草模式;或者是鱼、猪、粮、草、禽模式等。

(四) 渔、牧、工、商综合经营型

这种类型是把养殖、捕捞、加工、畜牧、销售形式一条龙,使综合经营达到更高形式,从而提高整体的经济效益和生态效益。在这方面,各地均有不少好的经验。

(五) 海水贝、藻、蟹等类多元化养殖型

我国的海水贝类和藻类养殖有着悠久的历史。但是随着大规模、高密度人工养殖的发展,出现了一系列的问题,如产量低下、病害不断发生等。对此,人们从 20 世纪 70 年代始,从生态的观点在养殖环境中引入一些适应同一生态环境的动、植物进行养殖。如:将海洋的生产者(藻类),滤食者(贝类),以及食碎屑者(某些鱼类)等进行优化养殖,改善养殖环境,维护生态平衡。并相继开展了贻贝或扇贝与海带、裙带菜等间养、轮养。1981 年,贝、藻间养在山东烟台地区沿海大面积推广。以扇贝为主,间养海带,结果表明,海带的产量比单养效益高出 132%,生产成本降低了 27.6%。对于扇贝,生产成本降低了 41.9%,显示出明显的效果。

“九五”期间,黄海水产研究所承担的海湾系统养殖容量与环境优化技术研究,建立了半封闭式和开放式海湾养殖水域大型藻类和滤食性贝类养殖容量多参数评估指标与模型,提出并实施了贝藻多元生态优化养殖模式与技术、三疣梭子蟹浅海筏式笼养技术以及降低水层和延缓海湾扇贝入笼时间等防治牡蛎附着的技术措施,建立了一种浅海水域贝类养殖环境质量评价指标体系与模型等。通过养殖相结合的运行机制,调动了企业投入的积极性,建立了贝藻多元生态养殖示范区 12 000 亩*,养殖技术优化示范区 3 000 亩,三疣梭子蟹浅海筏式笼养技术示

* 亩为非法定计量单位,1 公顷 = 15 亩。

范区 150 亩,并时期研究成果在荣成、莱州、青岛等地得到迅速推广应用,社会、经济、生态效益显著,直接经济效益已超过 1 亿元。承担的渤海内湾规模化养殖技术研究,通过在示范区的攻关,提出了莱州湾区域性综合开发技术,包括以滩涂浅海贝类——杂色蛤的底播增殖,太平洋牡蛎平拉式吊养,对虾清洁养殖,扇贝、梭子蟹间养的养殖密度、水质净化、病害防治、饵料投喂等为主要内容的成套技术模式。建成示范点 5 个,在 3 430 亩示范区取得了 2 233 万元的经济效益,并为扇贝养殖结构的调整提出一个高效、可行的途径。通过海上调查和室内生态实验,研究了莱州湾生态系统基本结构及其动态变化,主要养殖贝类、附着生物及主要幼鱼的摄食率,养殖贝类的生理特性等,为评估既是重要产卵场又是重要养殖区的内湾生态容纳量并进行合理布局提供了科学依据。

海水虾、贝混养型:大菱鲆+海参,牙鲆+海参的养殖模式,也取得了良好的经济效益。

三、发展生态养殖的对策建议

(一) 因地制宜,发展生态养殖

长期以来,我国已经形成了渔-农,渔-农-牧,渔-牧-工商综合经营等不同类型的生态养殖模式;随着经济的发展和绿色渔业技术的应用,还出现了陆基养殖型生态养殖模式和休闲型生态养殖。采用哪种生态养殖模式,应当根据当地的水面、技术及经济发展状况等因素来确定。如在人口密集的城市郊区,可以发展休闲型;水域面积较少的地区,可以发展陆基养殖型等等。

(二) 加强生态养殖的技术研究

发展生态养殖过程中同时产生的生态效益和一定经济效益的综合与统一。它是渔业生产和再生产过程中人们所获得的生态经济成果与消耗的活劳动和物化劳动的有效结合。因此,要提高渔业生态效益,必须遵循渔业生态规律,因地制宜,采取切实可行的措施。

我国内陆水域生态养殖的研究与开发,应该说已经取得了很好的成就,并得到了有效的推广应用。但是,在海洋领域中生态养殖的开发与研究尚有较大的差距。我国拥有广阔的海洋滩涂,还有相当大的低洼盐碱地亟待开发利用。因此,发展海洋生态养殖具有极为重要的现实意义和历史意义。国家和有关部门,应加大对生态养殖的研究与开发经费支持,尽快研究开发出一些行之有效的模式与技术体系。尽管生态养殖在我国的实践较早,但对其规律进行现代化研究却较晚,目前还有以下若干问题有待于探讨。生态养殖基础理论的研究;建立符合我国渔业生态系统的技术系统研究;建立高产、优质、低耗、无污染的良性渔业生态经济系统的研究;不同鱼类生态生理及其环境关系研究;名、特优水产品的生态养殖研究;水产养殖病害与渔业水域污染的防治研究;评价渔业生态经济效益的方法与指标体系的研究等。

1. 建立优良品种选育和苗种繁育技术体系

今后应重点就海水养殖优良品种选育和苗种繁育领域中的一些重要的生物学问题,包括养殖新品种培育、养殖品种生殖发育和生长调控、天然产物生源材料的大规模培养等重要技术进行研究。在这些技术中又应以养殖新品种培育、天然产物生源材料的大规模培养技术为重点。同时,要根据生产的发展,引进一些适合我国养殖的新的养殖种类。

2. 建立健康养殖技术体系

我国目前尚未开发利用的近海水域,蕴藏着丰富的增养殖动物可直接利用的天然饵料资

源。大力发展深水养殖技术,将现在近岸养殖外移到深水水域,高效利用海洋天然饵料资源,可充分开发利用蓝色国土,促进我国养殖器材加工工艺和技术的发展,使海洋真正成为我国食物供应的重要基地。同时恢复近岸水域的生态环境,进行增殖,既保护了与人类息息相关的近岸生态环境,又可以生产出大量高质量水产品满足人类的需求,同时将极大地促进抗风浪网箱、筏式养殖技术的发展。

3. 建立新饲料蛋白源的开发技术体系

目前,我国水产养殖有相当一部分是净消耗鱼粉、精饲料的产业,一旦我国食品安全受到威胁时,这些产业的生存也将受到威胁。在未来 15 年,全球鱼粉产量与饲料市场的鱼粉需求缺口将越来越大。像我国这样养殖规模巨大的发展中国家,这个问题尤为突出。解决饲料蛋白源的问题已是全球亟待解决的问题。要组织力量、加大投入开发新的饲料蛋白源(如单细胞蛋白、植物蛋白质改质等)和研究植物蛋白的有效利用对我国水产养殖业的健康、持续发展具有重大的战略意义和经济意义。

4. 建立养殖系统生态学研究技术体系

海洋生物资源的开发利用潜力不可能是无止境的,如何科学合理地利用这些资源,在有限的水体中生产出最大量的产品而不至于破坏养殖水域的生态平衡,将是今后探索研究的主要方向。根据鱼虾贝藻各种经济生物的生物学特性,置于同一个养殖生态系中,综合地、多层次、反复利用养殖中输入的物质和能量,达到了养殖生态系统结构与功能的优化,保证了较高的和可持续的养殖效益。既降低了污染,又提高了经济效益。

特别加强应用生态动力营养动力学和污染生态相结合的方法,研究和掌握典型增养殖水域的养殖容量,运用生态平衡原理、物种共生原理、多层次分级利用原理和稳态机制原理,研究和建立生态养殖和综合养殖模式,辅以物理、化学和微生物环境调控技术,形成生态型、高效益的健康清洁增养殖配套技术。

5. 建立病害预警预报技术体系

病害预警预报与防疫体系建立在对疾病病原流行机制、宿主的健康生理机能、以及环境生态条件对病原生态及宿主生理机能的调控作用关系等方面的深入认识基础之上。建立一系列灵敏的病原检测手段、宿主健康生理检验技术和关键性生态环境因子监测技术,从技术上解决病害的预报预警问题;开展病害防治疫苗及新型药物的药理学和临床试验研究,为疫苗和渔用药物的归口管理提供技术标准;研究病害的宏观生态控制和综合防治技术,为病害的宏观生态控制与综合防治提供技术咨询依据。在以上基础上,建立国家的水生生物病原检疫制度和立法,完善病害防疫制剂生产的归口管理,健全病害预警预报与防疫体系的信息服务网络和技术服务系统,促进病害预警预报与防疫体系的市场需求。

(三) 全面推行无公害养殖生产规范

通过健全体系,完善制度,对农产品质量安全实施全过程的监管,有效改善和提高我国水产品质量安全水平,力争用 5 年左右时间,基本实现食用水产品无公害生产,保障消费安全,质量安全指标达到发达国家或地区的中等水平。水产品无公害生产基地质量安全水平达到国家规定标准;大中城市的批发市场、大型农贸市场和连锁超市的鲜活水产品质量安全市场抽检合格率达 95% 以上,从根本上解决水产品急性中毒问题;出口水产品的质量安全水平在现有基础上有较大幅度提高,达到国际标准要求,并与贸易国实现对接。

(四) 积极发展海水生态农业

海水生态农业是利用耐盐(耐海水)及其他生活机能,在远海及海岸带所辖区域内的人工或天然生态系统中,进行海水养殖业、种植业、畜牧业和加工业等。海水生态农业是生态养殖生产科学技术发展到一定水平后的一种高级生产方式。其特点是:

一是海岸带海水农业社会生产活动不会对内陆及海岸环境、尤其是海洋的生态环境产生较大影响。

二是在近海及滩涂大力实施生态增养殖,尽量减少大规模高密度的网箱、围堰、筏式、笼式等养殖形式的生产规模和面积。特别要力求做到海洋动植物养殖组合、营养等生长要素科学搭配,滩涂增养殖与近海增养殖组合,海岸带农业与滩涂、海洋农业相结合,从而减少对陆地、近海资源的影响。

三是海水养殖的污水可被利用为海水种植业的灌溉用水;养殖池底(污)泥则可以被用做种植业的底肥。

目前,我国海水养殖业的有关技术已相对成熟,且在耐盐、耐海水植物的研究与开发方面已有许多成功的先例。今后,我国应加大发展海水农业的研究与开发力度,使我国的生态养殖与海水农业有效的结合起来。

赵法箴 刘世禄

(中国水产科学研究院黄海水产研究所,青岛 266071)

孙永昌

(青岛市崂山区渔业技术推广站,青岛 266071)

第二节 海水养殖贝类种质资源的保护

世界上现存贝类 11 万余种,我国已知的贝类 4 000 余种,其中相当大一部分是海洋贝类,可见贝类的种质资源是极为丰富的。随着近年来我国海水贝类养殖业的发展,贝类的种质资源保护问题亦日益受到人们的重视。我国是世界上进行海洋贝类人工育苗和养殖规模最大、数量最多的国家,每年仅人工培育的扇贝、牡蛎、鲍等主要养殖品种的贝苗数量就达数百亿甚至上千亿粒。但从育种学的角度看,这些养殖贝类大多是未经人工系统选育或改良的野生品种,其遗传基础还是野生型的。很多野生亲体并非原始的优良自然品种,还有一些亲体是人工养殖的、通过近亲繁殖获得的后裔。在这些养殖品种中,由于选择育种成果未得到充分地世代积累和传递,其经济性状日趋退化。因此,保护原始的优良品种,并利用这些优良的种质资源培育新品种、新品系,已成为贝类养殖业亟待解决的重要课题。

农牧业和鱼类育种的实践表明,很多优良品种都是依靠丰富的基因材料育成的,无论是原始的、引进的,还是新培育的优良品种或品系,一旦因近亲交配或杂交等原因丧失了它们基因库中原有的基因,就难以重新恢复。因此,保护种质资源,意味着保护自然界蕴藏的丰富基因库,从而为自然种群的健康发展和养殖品种的不断改良提供物质基础。总之,保护种质资源的目的,就是尽最大可能维持物种的遗传多样性,维持种内遗传变异的水平,维持物种和种群的自然繁殖能力,维持物种的进化潜能,实现生物资源的可持续利用。

一、种质资源保护的方式

(一) 就地保护

就地保护(in situ conservation)是在物种(种群)发生或栖息的地方,在天然的或人造的生态系统中,对种质资源进行保护。这是群体水平的遗传保护,也是一种动态保护。在生物自然资源未遭到严重破坏,其种群大小还能够维持其在自然界的繁衍,以及栖息环境还能够使种群继续生存的情况下,就地保护是保护种质资源的最有效方式。就地保护有三个方面,即建立自然保护区,在保护区之外采取附加保护措施,以及设法恢复已经遭到破坏的生境中的生物群体。笔者认为,可在我国皱纹盘鲍、栉孔扇贝原产地的辽宁、山东等地建立原种自然保护区。

就地保护具有以下特点:① 被保护对象与自然环境协同进化;② 可以随时观察被保护对象的遗传变化和生态变化;③ 维持被保护对象的种群大小,有利于自然繁衍;④ 保护费用一般低于迁地保护^[1]。

但是,就地保护也存在一些局限性。首先,由于水生动物的迁移性和游动性,相当大一部分物种可能暂时或永久处在保护区之外;其次,人为活动直接或间接地改变保护区的生境,例如,即使在保护区以外修建码头或构筑堤坝,也可能影响海流水团的运动,导致保护区生境变化;第三,人工养殖或放流的贝类群体繁殖活动产生的配子、幼虫等,会随着潮汐海流进入保护区,从而对野生群体产生影响。

在实施就地保护的过程中,还应注意外来种的引入问题。引种有助于改善养殖品种结构、提供育种素材,但也会导致外来种与土著种的遗传混杂。外来种的引入,不仅可能对保护区、

而且可能对自然海域土著种的种质资源,产生负面影响。如我国在 20 世纪 80 年代中期从日本引进了长牡蛎,由于它能与我国土著种的牡蛎自然杂交,致使目前在我国北方沿海已难以找到无遗传混杂的牡蛎原种。

(二) 迁地保护

迁地保护(ex situ conservation)是在物种(种群)原栖息地以外的人工环境下,对一定数量的个体或种质细胞进行保存。这是个体或细胞水平的遗传保护,也是一种静态保护。对水生生物来说,这类人工环境有池塘、水族馆以及液氮低温冷冻装置等。虽然国内、外在鱼类种质资源的迁地保护方面,利用池塘等建立了一些活鱼基因库,但在池塘、水族馆这类人工小水体中保存鱼类若干世代而不改变其遗传特性是很困难的,因为其繁育群体是很有限的^[2]。因而在生物种质资源的迁地保护方面,普遍采用了低温冷冻保存种质细胞技术。

二、生物技术在贝类种质资源保护中的应用

(一) 同工酶和 DNA 分子标记技术检测遗传多样性

对某一种质资源进行保护之前,需要了解有关该物种的遗传背景和群体遗传结构,从而建立种质资源的遗传背景档案。同工酶和蛋白质电泳技术、以及近年迅速发展的各种 DNA 标记技术,使人们能够从不同角度和不同层次,更加全面地揭示物种的遗传信息,也为贝类种质资源保护提供了重要的基础资料。

1. 同工酶技术的应用

同工酶技术是通过检测 DNA 表达产物电泳谱带的不同,在蛋白质水平研究遗传多样性的一种方法。喻子牛等(1998)利用同工酶技术研究了秦皇岛、大连、青岛和韩国釜山 4 个魁蚶群体的等位基因酶遗传变异,在 4 个群体的 10~12 种等位基因酶中分别检测到了 22、26、22 和 27 个基因位点,4 个群体的多态位点比例分别为 50%、57.69%、45.5% 和 62.96%;通过比较 4 个群体之间的遗传相似度和遗传距离,表明秦皇岛和大连两个群体之间的遗传同一性最大,这与两个群体的地理距离较近,基因交流不存在明显障碍有关;其次为秦皇岛与青岛及大连与青岛群体之间,而韩国釜山和其他 3 个群体之间存在一定的遗传分歧^[3]。此外,对中国和日本两个栉孔扇贝种群的 6 种同工酶的基因位点进行分析的结果也显示,虽然中国栉孔扇贝和日本栉孔扇贝 6 种同工酶中的基因位点相同,但每个位点上基因的表达状况有很大差异,它们的表型都有居群内的个体差异,每个居群都有各自的特异谱带;同时也表明,日本种群的遗传多样性程度高于中国种群^[4]。这些研究说明,贝类种群的遗传变异与基因交流有着密切的关系。有研究者用电泳技术分析了人工孵化的长牡蛎的 19 个等位基因酶位点,平均杂合度为 0.176,认为人工孵化的牡蛎杂合度较低,可能与亲贝数量少、易发生近交有关^[5]。

头足类的遗传变异程度普遍较低。对短蛸的 17 种等位基因酶的研究结果表明^[6],山东莱州、烟台、青岛、日照以及辽宁大连海域 5 个短蛸群体的遗传变异程度均较低,其多态位点比例为 5%~15%,群体平均杂合度观测值仅为 0.001~0.024,远远低于无脊椎动物和贝类的平均值。头足类表现出的这种较低的遗传变异性,可能主要是受瓶颈效应(bottleneck effect)的影响,即环境发生剧烈变化,造成生物大量死亡,而导致群体中个体数量急剧减少。对于大多数一年生的头足类来说,没有世代重叠,在遭到过度捕捞的情况下,其群体遗传多样性就会受到瓶颈效应的显著影响^[7]。

2. DNA 标记技术的应用

随机扩增多态性 DNA (random amplified polymorphism DNA, RAPD) 技术的迅速发展和应用,促进了贝类遗传多样性的研究。杜晓东等(2004)对我国广东和广西海域的**皱纹盘**群体的遗传多样性进行了 RAPD 分析,并结合形态特征、生长性能,对其遗传多样性进行了系统研究^[8]。结果表明,在贝壳形态方面,广西各群体的平均壳长、壳高和壳重等指标都明显大于广东群体;在生长性能方面,广西群体的壳重指数、肥满度指数等也高于广东群体;RAPD 分析各群体的多样性指数为 0.208~0.259,多态位点比例为 85.71%~94.74%,群体间的遗传距离为 0.027~0.219;但未发现文蛤的形态指标、生长性能与 RAPD 检测到的多样性指标之间存在相关性。有研究表明^[9],扩增片段长度多态性 (amplified fragment length polymorphism, AFLP) 和 RAPD 两种标记技术都适合贝类的遗传多样性分析,在对栉孔扇贝群体遗传多样性的分析中,两者分析结果是一致的。但 AFLP 标记检测到的有效等位基因数和平均多态信息量稍低于 RAPD 标记,AFLP 标记在每个引物扩增得到的多态性条带数高于 RAPD 标记,AFLP 标记的多态性检测效率显著高于 RAPD 标记。上述两种标记方法所揭示的栉孔扇贝野生种群与养殖群体间的近交系数、遗传距离两项指标均表明,我国栉孔扇贝养殖群体和野生种群之间尚未出现明显的遗传分化。

线粒体 DNA 具有进化速度快,母系遗传,有效群体的大小较小、因而用较小的样本即可反映群体结构等特点,已成为研究近缘种间和种内群体间遗传分化的有力工具^[10,11]。孔晓瑜等(2001)认为,线粒体 16S rRNA 基因片段序列分析是监测我国栉孔扇贝和海湾扇贝养殖群体及人工繁育群体遗传变异的有效方法之一^[12],通过比较分析发现,这两种扇贝基因片段中核苷酸差异数为 80,同源率为 68.1%,表明这两种扇贝在进化上分歧较早。但对引自日本的盘鲍 (*Haliotis discus discus*)、皱纹盘鲍 (*H. discus hannai*) 和大鲍 (*H. gigantia*) 3 个自然群体的线粒体 DNA 16S rRNA 基因片段进行比较的结果显示^[13],3 种鲍自然群体间的碱基片段序列差异不显著,盘鲍与皱纹盘鲍、大鲍的片段同源率为 99.81%;皱纹盘鲍与大鲍的片段同源率为 99.61%,显示出 16S rRNA 基因在鲍属内具有很高的保守性。

微卫星 DNA 是基因组中普遍存在的 2~6 个核苷酸的简单串联重复序列,微卫星标记具有密度大、多态性丰富、高度杂合且稳定性好、遵循孟德尔分离定律共显性遗传、易于 PCR 扩增等特点,是近年发展起来的一种新的 DNA 标记技术。对两种牡蛎的 6 个小时胚胎进行微卫星 DNA 分析发现^[14],长牡蛎和葡萄牙牡蛎 (*Crassostrea angulata*) 之间没有种内受精的优先性,也就是说,长牡蛎的精子、卵子和葡萄牙牡蛎的卵子、精子,分别更容易发生受精作用。所以,对这两种牡蛎如果不实行生殖隔离,就会自然杂交。Boudry(2002)应用单个微卫星标记分析了长牡蛎的多因子杂交,认为牡蛎在生殖方面有高度的差异性,这种差异性最终取决于 3 个主要因素:配子性质,卵子与精子的相互作用,基因型之间不同的存活力^[15]。通过微卫星 DNA 标记研究表明,近亲交配繁育的牡蛎 (*Ostrea edulis*) 与野生群体相比,尽管在整体上没有显示出杂合度降低,但等位基因频率却发生了明显地变化^[16]。

(二) 低温冷冻保存贝类种质细胞

水生动物种质细胞冷冻保存的研究始于 20 世纪 50 年代初,Blaxter 对大西洋鲱鱼精巢进行了短期冷冻保存,此后,国内、外学者陆续进行了各种鱼类配子和胚胎、以及贝类和海胆等无脊椎动物种质细胞的低温冷冻保存研究,尤其在精子冷冻保存方面取得了很大进展。利用冷冻保存的精子,对克服杂交育种时亲本不能同步排放配子的困难,以及扩大杂交组合的选择范