

中国海水养殖科技进展

生态系统水平的 海水养殖业

王清印 主编



海洋出版社

172064

中国海水养殖科技进展

生态系统水平的海水养殖业

王清印 主编

海洋出版社

2010年·北京

内 容 简 介

本书是在 2009 年 11 月 2—5 日由中国水产学会海水养殖分会和江苏省海洋与渔业局主办,淮海工学院和连云港市海洋与渔业局承办,江苏省海洋渔业指挥部、江苏省海洋水产研究所、江苏中洋集团股份有限公司、连云港市海洋与水产科学研究所以及连云港市水产技术指导站协办,在江苏省连云港市召开的“2009 年全国海水养殖学术研讨会”上发表的 200 余篇论文报告的基础上,经过筛选编辑而成。

全书共分七章。第一章 综述;第二章 遗传、育种及基础生物学;第三章 生态调控与苗种培育;第四章 健康养殖技术与模式;第五章 营养、代谢与消化生理;第六章 疾病预防、控制与免疫;第七章 养殖生态与环境。

本书可供高等院校、科研院所以及从事水产养殖工作的科技人员和管理工作者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

生态系统水平的海水养殖业/王清印主编. —北京:海洋出版社,2010. 10

ISBN 978 - 7 - 5027 - 7830 - 9

I. ①生… II. ①王… III. ①海水养殖 IV. ①S967

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 172582 号

责任编辑:方 菁

责任印制:刘志恒

SHENGTAI XITONG SHUIPING DE HAISHUI YANGZHIYE

海洋出版社 出版发行

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

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京海洋印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月北京第 1 次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:38.5

字数:800 千字 定价:90.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《生态系统水平的海水养殖业》

编委会名单

主 编:王清印

副主编:阎斌伦 吴灶和 吴常文 常亚青 方建光 刘世禄

编委:(以姓氏笔画为序)

丁兆坤	丁晓明	马 姓	方建光	王清印	王 波
王文琪	王长海	王印庚	王志成	王志勇	王勇强
王爱民	王德强	包振民	刘世禄	刘克奉	刘海金
刘雅丹	孙 忠	孙喜模	庄 平	朱永安	江世贵
许 璞	吴灶和	吴常文	张志勇	张国范	张振奎
李文姬	李长青	杨建敏	陈 丹	陈 刚	胡超群
赵玉山	赵春龙	徐 皓	常亚青	曹杰英	阎斌伦
曾志南	董双林	蔡生力			

目 录

第一章 综 述	(1)
第一节 生态系统水平海水养殖业的缘起、内涵与基本思路	(1)
第二节 我国海水养殖产业发展战略研究	(6)
第三节 浅海滩涂的生态价值	(15)
第四节 养殖水产品质量安全与渔业可持续发展	(18)
第五节 江苏沿岸海水养殖池塘绿藻调查初步报告	(28)
第六节 南麂列岛潮间带底栖海藻生物多样性的长期变化	(38)
第七节 制定江苏省干紫菜加工卫生安全导则	(47)
第八节 海南发展深水抗风浪网箱养鱼的优势及产业化现状	(51)
第九节 黄海南部大型水母暴发区中小型浮游动物生态特征	(59)
第十节 我国海水灌溉研究进展	(65)
第十一节 福建牡蛎养殖业发展现状与对策	(69)
第十二节 水产食品安全标准危机应对案例浅析	(77)
第二章 遗传、育种及基础生物学	(81)
第一节 不同遗传背景马氏珠母贝生长差异的能量学基础	(81)
第二节 6-DMAP 抑制栉孔扇贝(♀)×虾夷扇贝(♂)受精卵第一极体排出的 细胞学荧光显微观察	(87)
第三节 中华绒螯蟹 C 型凝集素前体基因的电子克隆与序列分析	(93)
第四节 不同温度和盐度条件下马氏珠母贝选系 F ₂ 与对照群体滤食率比较	(98)
第五节 杭州湾与海州湾彩虹明樱蛤遗传差异的 ISSR 分析	(102)
第六节 红小丑鱼 HSP70 基因 cDNA 片段克隆及序列分析	(107)
第七节 2,3,7,8-四氯二苯并-对-二噁英对鱼类功能基因表达的影响及其机理	(115)
第八节 大黄鱼(♀)与鲢鱼(♂)人工杂交子代的胚胎发育研究	(120)
第九节 人工诱导九孔鲍异源雌核发育二倍体的初步研究	(126)
第十节 两种体色三疣梭子蟹线粒体 DNA 部分片段序列的比较分析	(131)
第十一节 稀有鮡鲫 β -肌动蛋白启动子的克隆及序列分析	(140)

第十二节	我国沿海不同地理原种文蛤的 SRAP 分析	(145)
第十三节	皱纹盘鲍肝、肾表达序列标签初步分析及神经肽 Y(NPY)受体基因的 克隆	(151)
第十四节	微卫星 DNA 标记用于三疣梭子蟹家系亲子关系的鉴定	(158)
第十五节	凡纳滨对虾形态性状对体质量的逐步回归分析	(163)
第十六节	基于线粒体 D-loop 区与 COI 基因序列比较分析养殖与野生银鲳群体 遗传多样性	(170)
第十七节	异源精子诱导漠斑牙鲆雌核发育	(175)
第十八节	贝类杂交育种研究进展	(182)
第十九节	星斑川鲷远缘杂交的初步研究	(187)
第二十节	条斑紫菜耐高温品系的育选	(192)
第二十一节	中国对虾自然感染与人工感染 WSSV 抗病力的比较	(201)
第二十二节	刺参体腔液穿刺抽取后细胞恢复过程的初步研究	(208)
第二十三节	条石鲷鳔器官早期发育的组织学观察	(214)
第二十四节	卵形鲳鲹仔鱼的饥饿和补偿生长	(221)
第二十五节	日本鲟精子冷冻保存方法的研究	(227)
第二十六节	星斑川鲷和犬齿牙鲆头颅骨骼的比较	(234)
第二十七节	拟穴青蟹非伤害性取样方法的建立	(238)
第二十八节	刺参池塘底栖真核生物群落 DNA 指纹结构与环境理化因子的关系	(241)
第三章	生殖调控与苗种培育	(247)
第一节	菲律宾蛤仔大规格苗种培育技术研究	(247)
第二节	刺参健康无公害育苗技术的研究	(254)
第三节	鲷鱼工厂化高效育苗技术探讨	(257)
第四节	魁蚶健康苗种培育技术研究	(261)
第五节	光裸方格星虫胚胎与早期幼体形态发育特征	(265)
第六节	不同地理种群青蟹幼体的生态与形态差异的初步研究	(270)
第七节	铜藻繁殖生物学及种苗培育研究	(276)
第八节	曼氏无针乌贼繁殖习性及其产卵场修复的研究	(284)
第九节	黑鲷仔鱼高密度集约化培育技术研究	(293)
第十节	半滑舌鳎性腺发育及性类固醇周年变化研究	(297)
第十一节	三疣梭子蟹抱卵体质量与抱卵量、排幼量及 I 期蚤状幼体大小的关系	(305)

第十二节	许氏平鲉早期发育的形态学特征	(310)
第十三节	曼氏无针乌贼胚胎发育生物学零度和有效积温的初步研究	(315)
第十四节	大竹蛏生产性人工繁育试验	(318)
第十五节	渤海矛尾复虾虎鱼生殖力的初步研究	(326)
第十六节	光照条件对拟穴青蟹幼体生长发育的影响	(329)
第十七节	季节因素、地理分布和栖息环境对青蛤繁殖生物学的影响	(334)
第四章	健康养殖技术与模式	(339)
第一节	鞍带石斑鱼工厂化养殖技术	(339)
第二节	扁藻培养系统中微生态调控技术初探	(344)
第三节	工厂化养殖黑鲟生长特性的初步研究	(347)
第四节	两种养殖模式养殖半滑舌鳎效果的比较研究	(351)
第五节	温度胁迫对紫菜丝状体叶绿素荧光特性的影响	(357)
第六节	春季四十里湾浮游植物生物量及群落特性研究	(365)
第七节	一株中华绒螯蟹幼体益生菌的筛选及其生物学特性的初步研究	(373)
第八节	点斑篮子鱼高位池塘养殖试验	(377)
第九节	铜藻人工栽培的初步研究	(381)
第十节	斑点海鲷的生物学与室内养殖初步试验	(388)
第五章	营养、代谢与消化生理	(392)
第一节	饲料脂肪水平对星斑川鲷消化酶和血清溶菌酶活性的影响	(392)
第二节	黄芩苷在中国对虾体内的代谢及残留消除规律研究	(398)
第三节	蛤肉鱿鱼肉交替投喂对三疣梭子蟹摄食、消化、生长以及能量收支的影响	(403)
第四节	银鲳与翎鲳肌肉必需氨基酸组成模式的比较分析	(409)
第五节	宝石鲈脂肪需求量的研究	(413)
第六节	野生及人工养殖黄姑鱼肌肉营养成分分析	(420)
第七节	多不饱和脂肪酸对海水仔稚鱼生长发育的影响及机理	(427)
第八节	多不饱和脂肪酸对鱼饲料转化率的影响及其机理	(431)
第九节	军曹鱼 $\Delta 6$ 脂肪酸去饱和酶的 cDNA 序列克隆与基因表达	(437)
第十节	大米草青贮饲料快速成熟工艺研究	(444)
第十一节	鲤鱼皮热溶性胶原蛋白的提取和性质研究	(448)
第十二节	植物激素对浒苔外植体再生及发育的影响	(452)
第十三节	投喂频率对星斑川鲷幼鱼生长和养殖水环境的影响	(455)

第六章 疾病预防、控制与免疫	(462)
第一节 水生甲壳动物新型病原—螺原体的分子生物学研究	(462)
第二节 三种有机磷农药对黑鲷幼鱼的急性毒性研究	(464)
第三节 银鼓鱼病原菌(海豚链球菌)的分离与鉴定	(470)
第四节 中国对虾“黄海2号”人工感染 WSSV 病毒的定量检测	(475)
第五节 盐度波动和中草药制剂对脊尾白虾存活、生长和免疫的影响	(483)
第六节 条斑紫菜丝状体黄斑病病原体分离鉴定及生物学特性研究	(490)
第七节 三种常见农药对中华鳖稚鳖的急性致毒效应研究	(497)
第八节 四种重金属离子对中华鳖稚鳖的急性致毒效应	(503)
第九节 海洋放线菌在海水养殖病害防治中的应用前景	(512)
第十节 海洋蛭弧菌 LB d02-1 的分离及其生物学特性的研究	(516)
第七章 养殖生态与环境	(522)
第一节 生物絮团在海水养殖中的应用及其前景	(522)
第二节 从养殖源头控制水产品细菌性病害及食品质量安全的生物生态学 探讨	(524)
第三节 不同盐度和饵料对点篮子鱼幼鱼生长的影响	(528)
第四节 大丰港区海域春季浮游植物初级生产力特征的初步研究	(532)
第五节 微生态制剂辅助生物挂膜对水处理效果及牙鲆养殖试验	(537)
第六节 氨氮浓度对文蛤的能量代谢及死亡率的影响	(542)
第七节 连云港海域生物体中重金属含量及评价	(549)
第八节 凡纳滨对虾高位池氮、磷营养盐及初级生产力研究	(555)
第九节 流沙湾悬浮物数量动态变化规律的初步研究	(561)
第十节 脊尾白虾的行为学观察研究	(564)
第十一节 南麂列岛铜藻增殖技术的初步研究	(567)
第十二节 营养盐浓度等因子对条斑紫菜种质扩增影响研究	(572)
第十三节 高温对鱼类的影响及其预防研究	(578)
第十四节 南麂列岛铜藻场建设设计与初步实施	(585)
第十五节 环境因子对星斑川鲷呼吸频率的影响	(590)
第十六节 盐度骤变和渐变对三疣梭子蟹幼蟹发育和摄食的影响	(593)
第十七节 低盐和低温对脊尾白虾生长和能量收支的影响	(599)

第一章 综 述

第一节 生态系统水平海水养殖业的缘起、内涵与基本思路

近几年来,世界在面临气候变化和能源紧缺的同时,也被一个更为迫切的问题即粮食安全问题所困扰。联合国秘书长潘基文称,“世界粮食供应危机已达警戒水平”。粮食危机不仅是全球数亿人口挨饿的主要原因,也是造成 30 多个贫困国家社会动荡的决定性因素。要解决粮食安全问题,除了保护耕地和不断提高粮食单产,人类还应更多地关注和开发占地球表面积 70% 以上的海洋,大力发展海水养殖业。

一、海水养殖业的现状与前景

我国海水养殖的历史可以追溯到战国时期(约公元前 473 年),与捕捞渔业大致相当。但是,从世界范围内来讲,在公元 2000 年之前的大部分时间里,海水养殖对人类食物的贡献都远远小于捕捞业。20 世纪的捕捞业在机械化和技术进步的推动下有过飞跃式的发展,年产量从 1900 年的 400 万 t 上升到 1950 年的 1 670 万 t,再到 2000 年的 8 670 万 t,百年间增加了 20 多倍。但进入 21 世纪,捕捞业的发展由于受到资源量的限制而停滞或略有减少。据有关资料,目前全球渔业经济品种中有 50% 已经达到最大可捕量,另有 25% 处于过度捕捞或濒临灭绝的境地。

在过去的 50 年间,全球水产养殖产量以每年近 7% 的增长速度稳步提高,在新世纪之初占到世界渔业总产量的 30%,其中可供人类食用的鱼品产量更占到总量的 43% (FAO, 2006)。水产养殖对世界经济的贡献率也逐年提高,2004 年世界水产养殖总产值达到 700 亿美元。在中国、越南和智利等发展中国家,水产养殖在国民经济中的地位和作用更是举足轻重。例如,2006 年中国的水产养殖产量和产值分别占到渔业总产量的 67.9% 和总产值的 74%。

海水养殖作为一种不占用耕地的食物生产方式,在新的世界经济条件下,被赋予了前所未有的发展潜力。首先,海水养殖相对来说是一种非技术密集型产业,宜于推广到相对偏远、教育水平较低的广大沿海地区。其次,海水养殖通过经济品种的增殖放流和资源养护而与捕捞业紧密联系,已经成为大渔业可持续发展的真正动力。稳定而科学地发展水产养殖业,将不断拓宽人类的食物来源,为维护人类食物安全作出更大贡献。FAO 预计,到 2020 年世界海水养殖产量将达到 5 400 万 ~7 000 万 t,到 2030

年海水养殖将取代捕捞渔业成为海产品的最主要来源(FAO FIGIS)。这就意味着,海水养殖业要在2005年不到1 900万t的基础上,在15年之内增加3 500万~5 100万t的产量。

二、我国海水养殖业存在的问题与挑战

新中国成立以来,我国海水养殖业经过60多年的发展,历经了藻贝虾鱼等养殖主导品种的更替和交错发展,以及养殖规模的不断扩大。水产养殖在国民经济发展、国家食物安全保障和渔民就业增收等方面,都作出了十分重要的贡献。不过,随着水产养殖业在全球特别是在中国的迅速扩展,养殖业对环境的压力问题也日益突出,包括颗粒态和溶解态的营养盐、化学药品等养殖废物、养殖生物与野生种群的基因污染、病害的传播等等。要解决我国13亿人口不断增长的对高品质水产品的营养需求,海水养殖业应如何应对?中国的水产养殖业今后发展的出路在哪里?水产养殖将如何发展才能满足世界人口持续增长对渔业和水产养殖业提出的要求?这些都是摆在我们面前急需解决的重大问题。

要实现水产养殖业的可持续发展,使水产养殖在保障人类食物安全方面发挥更大作用,当务之急是要解决水产养殖业自身存在的问题。这些问题突出地表现在以下几个方面:(1)人类现有技术水平还远远没有达到对养殖过程的全面干预和人为控制;(2)水产养殖投入和产出比例日渐失衡;(3)局部自然环境已经受到了养殖业的负面影响,并反过来影响了养殖业的发展。以扇贝养殖业为例,在苗种阶段为高度人工控制的工厂化育苗,但在养殖阶段,除养殖密度外,其他要素基本靠自然因素控制,包括饵料的种类与密度,水流等等。也正因为如此,扇贝养殖受水质、天然饵料、海水温度和水文特征等环境因素的影响十分显著。据《中国渔业年鉴》,从1995—2007年,我国的扇贝养殖面积扩大了5.46倍,而养殖产量只增长了1.27倍。换言之,2007年扇贝养殖的单位面积产量只相当于1995年的23.3%。这说明,近年来我国的扇贝养殖海域面积虽然不断增加,但养殖总产量并没有很大提高,实际上单位面积产量基本上呈单边下降的走势。这种现象当然是由包括环境在内的复杂因素决定的,但养殖密度过大、超过了环境容量,确是其中一个不可忽视的重要因素。

从上述事例的分析,至少可以得出如下启示:(1)海水养殖产量并非必然地随着养殖面积的增加而增加,养殖产量的增加也不等于养殖效益的增加;(2)发展海水养殖业必须重视付出的生态成本,必须充分考虑生态系统的功能和容量,合理配置养殖种类,科学布局养殖规模;(3)推动海水养殖业从规模产量型向质量效益性的转变已是产业发展的必然趋势。我们应该认识到,有一种潜在的力量或不可抗拒的因素在调控着水产养殖业的发展,这就是生态系统的内在规律。在大自然面前人类的作用是巨大的,但也是渺小的;要辩证地认知和科学地利用大自然赋予我们的财富。生态系统是脆弱的,但其变动规律

也是难以抗拒的,关键是因势利导。海水养殖业的发展只有顺应生态系统的变动规律,才有可能获得最大的经济效益、社会效益和生态效益。

三、生态系统水平水产养殖的内涵与意义

2002 年在南非约翰内斯堡召开的可持续发展世界峰会(WSSD)对海洋领域提出了新的要求,即加强海洋管理,促进渔业可持续发展,保护海洋生物多样性。而最为关键的一个要求是,水产养殖业必须不对环境构成持续性的压力或造成不可逆的影响。事实上,水产养殖业完全可以通过推动经济持续发展、应用环境友好型技术、降低捕捞压力和重建濒危种群来帮助解决这些问题。

要满足这一要求,就必须把水产养殖业的发展纳入自然生态系统中来综合考量。“生物群落中的各种生物之间,以及生物和周围环境之间相互作用构成的整个体系,叫做生态系统”(《现代汉语词典》第五版)。2006 年提出的“生态系统水平的水产养殖”(Ecosystem Approach to Aquaculture, EAA)已成为近几年渔业领域的一个热点话题(FAO, 2006)。EAA 是在 EAF(生态系统水平的渔业, Ecosystem Approach to Fisheries)的基础之上提出的。相比较 EAF 而言, EAA 更为复杂,实施起来难度更大。目前,普遍接受的 EAA 定义是:“An ecosystem approach for aquaculture (EAA) is a strategy for the integration of the activity within the wider ecosystem in such a way that it promotes sustainable development, equity, and resilience of interlinked social and ecological systems”。“生态系统水平的水产养殖”包含了健康养殖、生态友好、环境友好、水产动物福利、可持续发展等方面的含义。发展“生态系统水平的水产养殖业”,应是统筹“需求”、兼顾“可持续”的一种产业发展方式。其中,“需求”是指人口、市场、质量安全等方面的需求;而“可持续”是指资源、环境、生态可持续。解决日益增长的人类社会对水产品供应的需求与生态系统容量之间的矛盾,就必须走可持续发展的路子。

水产养殖业的发展对于满足社会日益增长的对优质水产品的需求是必不可少的,而只有将养殖活动完全纳入生态系统中进行管理,水产养殖业的发展才是符合理性的。发展生态系统水平的水产养殖业需要遵循一系列原则,其中包括(1)对土地、水域和生物进行综合管理,用公平的方式促进这些资源的保护和持续利用;(2)在保护、持续利用和公平分配资源利益等诸方面求得平衡。这就要求水产养殖业的发展规划、场所选择必须充分考虑生态系统的物理、化学、生物特征,也必须充分考虑社会经济的各种因素(Aquaculture and Ecosystem: An Integrated Coastal and Ocean Management Approach. 2006. Published by World Aquaculture Society)。生态系统水平的水产养殖应用于三个层面:①养殖;②相应的水体或养殖水域;③全球市场贸易。

毫无疑问,水产养殖活动要追求最大可能的高效产出,但这种产出必须建立在保证质量和可持续发展的基础上。可持续的水产养殖是指“养殖活动不对生态环境产生负面

影响,从而保证产业的持续发展,以及后代人利用资源的可持续性”。可持续发展的水产养殖业既要保证产业的质量,又要保证发展的可持续性——这是一个问题不可或缺的两个方面。

四、生态系统水平水产养殖的基本思路与总体战略

生态系统水平的水产养殖遵循的原则主要包括3个方面:(1)水产养殖的发展必须考虑生态系统的结构、功能和服务特点,不能超过生态系统的承载力而导致生态系统的功能退化;(2)不仅要考虑水产养殖者,还要公平对待其他相关的资源使用者;(3)水产养殖的发展要同时兼顾、综合考虑其他相关的产业。针对第一个原则,需要解决的关键问题就是如何界定或评估生态系统的恢复能力或环境改变可接受的限度。例如对于生物多样性,网箱养殖往往会导致养殖水域一定范围内的生物多样性降低。如果养殖活动停止后,生物多样性可以恢复到原来的状态,生态系统的服务、功能未受到影响,那么网箱养殖区生物多样性在一定程度的降低就是可接受的。问题是生物多样性降低多少、在多大范围内降低、需要付出多大的代价、养殖的投入与产出比例多少才是可以接受的?许多关于环境压力评估的研究曾涉及这个问题,如 Black 2006 年提出的风险评估。针对第二个原则,需要解决的关键问题是保证水产养殖与其他用海行业享有同等的发展机会,尤其是不能侵害贫穷即弱势团体的利益,达到食物安全和社会安全双赢的目的。关于第三个原则,要认识到养殖与大的生态系统的相互作用关系,尤其是明晰养殖对周边自然、社会环境的影响。养殖活动不是孤立的活动,也不是对生态环境产生压力的唯一人类活动。因此,第三个原则的关键是通过了解养殖活动与其他人类活动的耦合作用,促进物质、能量的循环利用,从而达到有限资源的合理利用的目的。

EAA 的原则体现在3个层面上,即养殖范围、水产养殖区域和全球范围。养殖范围所包括的区域很小,通常指养殖设施、器材所涵盖的区域;水产养殖区域包括整个的浅海或海湾,如澳大利亚建立了涵盖整个海湾的模型,实施可持续发展的水产养殖;全球范围指跨国界的水产品生产,不仅包括农业、渔业对水产饵料的可获得性的影响,而且包括水产养殖对农业资源及社会上层建筑乃至广义的海洋生态系统的压力。

开展 EAA,首先需要建立指标体系。EAA 的指标体系尚处于发展的初级阶段。指标体系需将人类、利益、全球(people, profit, and planet, 即 3Ps)有机地联系起来。指标不仅要反映现在的状况,而且要洞察发展的过程和未来的趋势。目前,许多国家都已立项开展 EAA 的研究。如有 11 个国家参加的欧盟项目“Ecosystem Approach for Sustainable Aquaculture”(ECASA)正在实施,已经确立了 53 个关于描述生态系统改变的指标,包括底栖生物、底质环境、水质环境及浅海管理等。拟通过现场测定,从中选取能够反映 EAA 的指标。EAA 的指标非常复杂。尽管 Pullin et al 2001 年提出了简单的

量化指标,但是,包括欧盟项目 ECASA,都未能涵盖 EAA 的社会指标。Caffey 等 2001 年利用 Delphi 方法研究 EAA 的指标体系,提出了 31 个可持续发展的指标,包括 12 个环境指标,10 个经济指标,9 个社会指标。其中,重要的环境、经济及社会指标分别包括资源利用与污染;收益率、风险、效率;就业率、补助率、利润和福利等。

目前,能够促进 EAA 的水产养殖活动包括:一般概念的综合养殖(Integrated aquaculture)、多营养层次的综合养殖(Integrated Multi-trophic Aquaculture, IMTA)、减轻水产养殖压力的基于生态系统方法(如挪威的 MOM 系统)、适当的内部调整、各用海部门的共同参与、奖励机制、养殖水域及更大范围水域的容量研究等。

可持续发展是指既可满足当代人的需求而又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。发展可持续的海水养殖业,不仅要关注养殖产量,而且要关注产品质量、市场需求、资源利用以及养殖活动的生态效益和社会效益;必须综合分析生态系统的生态与环境容量,以基于生态系统水平的管理为指导思想,发展生态系统水平的养殖业。海水养殖业的发展必须建立在生态系统协调和谐的基础上,像陆地作物种植业那样朝着“精耕细作、高产优质”的方向努力。

大力发展可持续的海水养殖业是水产科技工作者的责任。海水养殖科学的基础和应用基础研究,应以推动学科进步为出发点,针对食物安全和生态安全的国家需求,以保障海水养殖业的可持续产出和提高产出质量为最终目标。采用遗传操纵、生态操纵、营养操纵等手段,建立和推广生态系统水平的海水养殖业,是未来海水养殖产业发展的必由之路。今后需在以下几个方面加强研究:(1)加强资源环境调查、监测技术、评价体系的研究,深入开展海水养殖基础理论研究,了解养殖活动与生态系统的相互作用机理。例如,通过长期监测,研究养殖活动对生物多样性的影响程度,以确定养殖活动是否对生态系统的服务、功能产生压力;(2)建立完善负责任的海水养殖技术和模式,包括多营养层次的综合养殖、深水养殖、海洋牧场建设及增殖放流等;(3)加强和提高海水养殖的管理水平,如法律法规、许可证管理、饲料管理、防疫管理、质量监督,等等。

参考文献(略)

王清印,张继红,方建光

中国水产科学研究院 黄海水产研究所 山东 青岛 266071

第二节 我国海水养殖产业发展战略研究

一、我国海水养殖发展态势

我国是世界水产养殖大国,有着悠久的历史传统。改革开放以后,由于确立了以养为主的渔业发展方针,我国水产养殖业得到了持续快速发展。

2008年,全国水产品总产量4 895.60万t,比上年增长3.12%。其中,养殖产量3 412.82万t,占总产量的69.71%;捕捞产量1 482.78万t,占总产量的30.29%。全国水产品人均占有量36.86kg,比上年增加0.55kg。

2008年,全国海水养殖产量1 340.32万t,占海水产品产量的51.59%,比上年增加32.98万t,增长2.52%。其中,鱼类产量74.75万t,比上年增加5.89万t,增长8.56%;甲壳类产量94.18万t,比上年增加2.48万t,增长4.94%;贝类产量1 008.09万t,比上年增加14.25万t,增长1.43%;藻类产量138.60万t,比上年增加3.05万t,增长2.25%。海水养殖鱼类中,鲈鱼产量最高,为9.57万t;鲢鱼产量位居第二,为7.81万t;大黄鱼产量位居第三,为6.60万t。

2008年,全国海水养殖面积1 578 910 hm²,占水产养殖总面积的24.11%,比上年增加247 430 hm²,增长18.58%;海水养殖面积中,鱼类养殖面积为70 280 hm²,比上年增加9 550 hm²,增长15.72%;甲壳类养殖面积293 460 hm²,比上年增加13 820 hm²,增长4.94%;贝类养殖面积966 760 hm²,比上年增加17 480 hm²,增长22.08%;藻类养殖面积87 180 hm²,比上年增加9 250 hm²,增长11.8%(表1-1至表1-4,图1-1至图1-3)。

表1-1 2003—2008年我国不同海水养殖方式产量变动情况

万t

养殖方式	年 份					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
海上	554.86	590.51	625.94	666.16	674.49	673.78
滩涂	461.72	453.58	472.95	464.62	490.87	516.65
陆基	89.65	107.02	111.73	133.38	141.98	149.90
合计	1 106.23	1 151.11	1 210.63	1 264.16	1 307.34	1 340.32

表1-2 2003—2008年我国不同海水养殖方式面积变动情况

万hm²

养殖水域	年 份					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
海上	40.78	44.82	49.78	55.23	56.61	69.47
滩涂	49.28	49.15	49.21	48.58	53.17	64.14

续表

养殖水域	年 份					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
陆基	20.16	22.33	22.66	23.37	23.37	24.28
合计	110.22	116.30	121.65	127.18	133.15	157.89

表 1-3 2008 年我国不同养殖方式的海水养殖产量情况

养殖方式	产量/万 t	面积/万 hm ²
池塘	141.42	35.08
普通网箱	26.99	18 989 719 m ²
深水网箱	3.57	2 942 056 m ³
筏式	382.34	104.21
吊笼	44.47	4.53
底播	298.26	57.38
工厂化	8.33	9 744 375 m ³

表 1-4 2008 年我国海水藻类养殖产量和面积比较

养殖品种	产量/t	面积/hm ²
海带	797 751	33 522
裙带菜	132 021	5 053
紫菜	81 466	39 150
江蓠	114 446	5 541
麒麟菜	6 724	505
石花菜	120	7
羊栖菜	8 748	1 212
苔菜	1 254	160

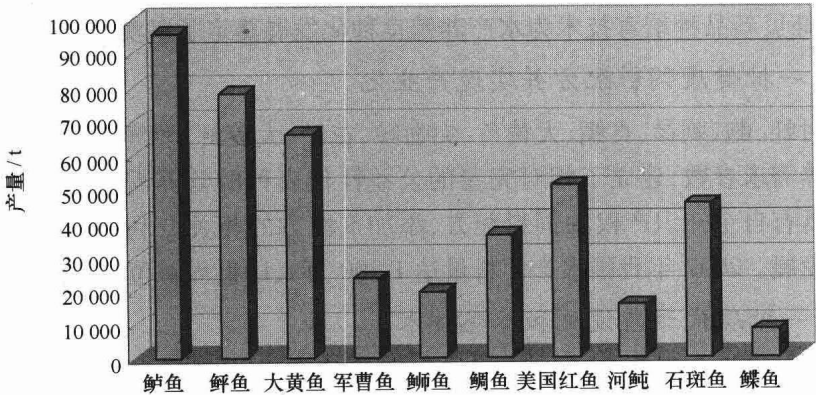


图 1-1 2008 年海水鱼类养殖品种结构态势

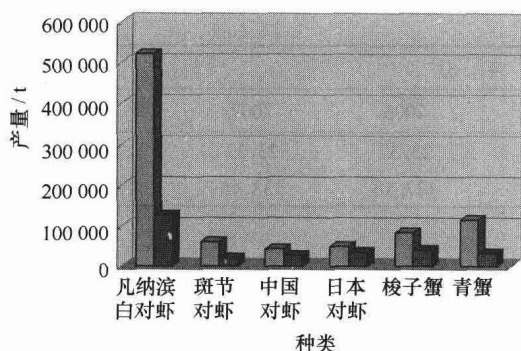


图 1-2 2008 年海水虾蟹类养殖品种结构态势

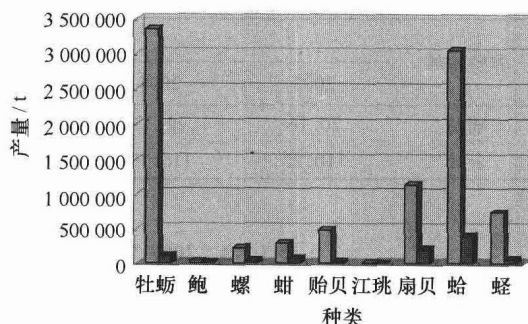


图 1-3 2008 年海水贝类养殖品种结构态势

二、我国水产养殖业的主要发展成就

(一) 水产苗种繁育技术成果显著

先后开展了对虾、扇贝、牡蛎、鲍、珠母贝、鱼类的多倍体育种研究；选育出多个耐高温、生长快、含碘量高的海带新品种（荣福海带、东方 2 号等）；建立起一套比较成熟的紫菜游离丝状体培养和育苗技术，以及利用叶状体体细胞快速繁殖和育苗的技术；培育成“黄海 1 号”和“黄海 2 号”中国对虾、“大连 1 号”杂交鲍、“蓬莱红”栉孔扇贝、“中科红”海湾扇贝、“龙须菜 918”等新品种。近年还成功研制了诱导斜带石斑鱼性逆转的有效性控新技术，获得了批量低龄功能性雄鱼；建立了高效的石斑鱼工厂化人工育苗技术体系，有效解决了石斑鱼苗种培育过程中稳定性差、成活率低的问题；培育了凡纳滨对虾和中国对虾抗病抗逆新品系，养殖示范效果显著；获得生长速度、饲料系数、成活率等经济性状的优良的斑节对虾家系；马氏珠母贝、栉孔扇贝、虾夷扇贝和文蛤等群体选育、家系选育和杂交育种工作，栉孔扇贝与虾夷扇贝选育品系养殖示范生长速度增加 15%，成活率提高 20%。鱼虾贝新品种培育技术为水产养殖良种化发展奠定了坚实的基础。

(二) 研制了一批健康饲料配方并实现产业化

取得了对虾、鲍、刺参、真鲷、大黄鱼、尖吻鲈、花鲈、大菱鲆、牙鲆、舌鳎等主要水产养殖动物的营养需求参数，建立了相对完善的公益性代表种的营养需要公共数据平台，取得了一系列具有自主知识产权的饲料配方、添加剂配方的相关专利，有力地推动了我国饲料工业的发展。2007 年我国水产饲料量达 1 300 万 t，居世界首位。

(三) 开发了一批现代养殖设施和养殖技术

改良与研发了多功能蛋白质分离器、多功能固液分离器装置、模块式紫外线杀菌装置、高效溶氧器装置、弹性刷状生物净化载体、固体颗粒清除装置以及多点多参数在线自动水质监测系统，改进了工程化养殖循环水净化处理工艺。构建了微藻、虾类、鲆鲽类工

程化高效养殖生产系统,养殖鲆鲽鱼类单位产量可达 30 kg/m^2 ,达到国际先进水平。研制贝类底播养殖笼具和适用于刺参、鲍增殖的混凝土人工增殖礁;刺参和扇贝深水筏式养殖技术、贝—藻—鱼等多营养层次综合养殖技术已处于世界先进水平。实施调控筏式养殖水层等技术,大幅度提高栉孔扇贝和虾夷扇贝的养殖成活率;虾夷扇贝自然海区采苗基地年均采苗量达 9.5 亿枚;浅海生态增养殖模式推广养殖面积 $33\,333.33 \text{ hm}^2$ 余(50 万亩*)。以 HDPE 材料取代木质材料,成功研制了 3 种新型网箱,集成整合形成了海水鱼网箱养殖新技术,累计推广 HDPE 网箱 224 套,钢结构抗风浪网箱 150 只,产品出口到菲律宾及文莱等国,为进一步拓展养殖海域提供了技术支撑。

(四) 滩涂池塘清洁养殖和耐盐植物栽培新技术得以广泛应用

优化了亲体培育、养殖设施、底质优化、饲料(饵料)生产和苗种培育技术,优化池塘多品种复合养殖模式,初步建立了以海参、三疣梭子蟹、牙鲆为主养对象的三种海水池塘高效清洁养殖模式。总计完成了耐盐林木工业原料、耐盐能源植物、耐盐纤维植物、盐土蔬菜和紫菜等 5 大类耐盐经济植物栽培示范基地 $1\,333.34 \text{ hm}^2$ (2 万余亩),为海涂资源的进一步深化开发和可持续发展打下了坚实的基础。

(五) 优势养殖品种区域化布局初步形成

在市场导向下,根据不同的资源优势 and 区位特点,我国水产养殖优势产品区域布局逐渐形成。比如,沿海一些省市已经成为出口水产品原料生产基地和加工基地,某些重点养殖品种相对集中在一些地区,如广东、广西、海南的海水虾养殖产量占到全国的 66%;通过实施《出口水产品优势养殖区域发展规划(2003—2007 年)》,形成了以黄渤海、东南沿海出口水产品优势养殖带、长江中下游河蟹优势养殖区为主体的出口主导型优势水产品生产“两带一区”的格局,实现了数量扩张型向质量效益增长型、粗放型生产向集约化生产的转变。

(六) 养殖品种和养殖方式趋于多样

我国主要的养殖品种已从过去的几种增加到 180 余种。改变了以鱼类为主的局面,形成以鱼为主,虾、蟹、贝、鳖等多样化发展格局;海水养殖也从以贝藻类养殖为主向虾蟹类、鱼类和海珍品养殖全面发展。一些国外优良养殖品种如凡纳滨对虾、罗非鱼、大菱鲆、虾夷扇贝等的成功引进,形成了一定的规模优势,仅凡纳滨对虾一个品种现在的产量就超过 100 万 t(海淡水养殖各占一半),占我国养殖虾类总产量的 50% 以上,有力地推动了我国水产养殖业的发展。池塘养殖、浅海滩涂养殖、集约化工厂化养殖等多种养殖模式同步推行;形成了水生动植物增殖放流与合理开发利用相结合的新格局。养殖业已从传统的食用功能拓展为兼具休闲、旅游、观光、医药、保健等多功能的新兴产业。

* 亩为非法定计量单位,1 亩 = $1/15 \text{ hm}^2$ 。