

# 海水养殖业与可持续发展

## Mariculture and sustainable development

杨正先, 孟范平, 朱小山, 李永祺

(中国海洋大学 海洋生命学院环境生态系, 山东 青岛 266003)

中图分类号: S968

文献标识码: A

文章编号: 1000- 3096( 2004) 10- 0063- 04

水产养殖是世界范围内不可缺少并快速发展的一个产业, 对于减轻野生鱼类资源的压力、满足人类日益提高的食物和营养需求、增加就业机会和繁荣经济起着重要作用, 特别是对于沿海地区的经济发展意义重大。由于受单纯经济利益的驱动, 在片面追求高产量和高效益的同时, 忽略了养殖水域的生态平衡和环境保护, 致使水产养殖因受到资源匮乏、环境污染、病害等因素的困扰而难以持续高效发展, 此外还存在着环境、社会、经济多方面的问题。因此, 总结国内已有的经验教训, 吸收和借鉴国外的观念、方法、措施, 促进海水养殖的可持续发展是一个值得深入探讨的课题。

### 1 海水养殖业的发展现状和存在的问题

#### 1.1 发展现状

世界范围内的水产养殖业在近几十年中迅速发展, 据联合国粮农组织统计, 2000 年世界水产养殖总产量 (包括水生植物) 为 4 570 万 t (中国占总产量的 71%), 其中海水养殖产量约为 1 400 万 t, 中国海水养殖产量年均增长率为 14%, 世界其他地区增长率 5.4%, 如此快的增长速度归因于世界人口的增长、传统捕鱼业的萎缩和发达国家人们消费需求的演变, 这些因素还将在以后继续推动增长。世界水产养殖产量的增加将由中国产量的增加以及南亚、拉丁美洲、加勒比海地区和欧洲的小幅增加来驱动<sup>[1]</sup>。

统计资料表明, 近 20 年来中国海水养殖单产提高幅度很小, 20 世纪 90 年代中期以后, 养殖面积的快速增长与养殖单产的急剧下降形成鲜明对比。外延性扩大再生产比例过高、内涵性扩大再生产比例过低, 是过去 20 年海水养殖业发展的主要特征<sup>[2]</sup>。

随着环境资源保护意识的加强和可持续发展观

念的形成, 各国不再单纯追求养殖产量的大幅增长, 也开始重视如何使资源得到可持续的利用以及产品质量的提高, 养殖产量已由快速增长转为稳定增长, 多样化、集约化是近年来海水养殖业的一个突出特点<sup>[3]</sup>。

#### 1.2 主要存在的问题

##### 1.2.1 近岸海域生态环境恶化

从 90 年代初以来, 环境污染问题日益突出。除工农业等外部污染源对渔业生态环境影响日趋严重外, 快速发展的水产增养殖业的自身污染问题也日趋加剧, 水产品品质下降, 大规模渔业污染事故和暴发性病害频繁发生。

海水养殖一般集中在浅滩, 高密度养殖容易引起水体下部的缺氧, 以及水体富营养化, 导致底栖生物的生活环境变化而受到危害。有机污染会导致水体富营养化, 进而引发浮游生物的大量繁殖, 其中的赤潮物种大量消耗水体中的溶解氧并产生赤潮毒素, 也会造成大量的鱼、虾、蟹、贝等窒息而死。水产养殖活动产生的垃圾, 以及养殖生物引进都会导致自然生物种群发生改变、生物侵扰、病原生物和疾病的引入。海水养殖活动还直接对河口、珊瑚礁和红树林生态系统产生不利影响, 改变食物链的内在关系及生产能力, 造成的海洋生态环境中的生物多样性改变。

水产养殖过程通常大量使用各种化学药品, 包括

收稿日期: 2003- 04- 14; 修回日期: 2003- 12- 31

基金项目: 中国海洋大学引进人才科研启动基金

作者简介: 杨正先 (1980- ), 男 (土家族), 湖北鹤峰人, 硕士在读, 研究方向为海水污染监测与治理技术, 目前正在参与国家 863 课题“快速监测海水有机磷农药的生物传感器研制”工作, 电话: 0532- 2031657, 13365329152, E-mail: yangzhengxian@hotmail.com

各种消毒剂、抗菌素、激素、疫苗等。据报道, 中国水产养殖中使用的中西药多达 500 种<sup>[4]</sup>, 各种药物进入水体后会通过食物链在鱼、虾、贝等养殖产品中富集, 对人们的健康造成危害, 导致其价值大为下降, 甚至化为乌有。2002 年, 对虾产品中发现了氯霉素导致进出口贸易锐减, 给对虾养殖业和整个水产养殖业带来了消极影响<sup>[1]</sup>。

海水污染直接导致养殖生物中毒的事例多发生在个别海域, 更多的情况是鱼虾等养殖生物死于污染带来的各种养殖病害和生存环境的改变。海水污染使养殖生物容易发生养殖疾病, 进而导致大量死亡。1993 年虾病在山东流行, 产量由 1992 年的 20.69 万 t 锐减为 8.78 万 t, 造成了几十亿元的经济损失, 使中国从世界上最大的对虾出口国变成主要进口国<sup>[5]</sup>。其他主要养殖品种如扇贝、鲍鱼、牡蛎、牙鲆、海带、紫菜等的病害也日趋严重, 1997 ~ 1999 年, 山东栉孔扇贝突然大面积死亡, 死亡率达 80%, 面积 8 000 ~ 10 000 ha, 产量因之锐减为 13 万 ~ 15 万 t<sup>[6]</sup>。

#### 1.2.2 缺乏综合的海洋和海岸带管理

由于未能形成协调一致的综合管理体制, 又缺乏统一的技术标准, 随着海洋经济的发展, 海洋和海岸带管理的各部门和法律法规之间的重复混乱造成的低效率日益明显。此外水产养殖还改变了土地和海域的自然条件, 产生了与其他多种用途之间的矛盾, 目前存在的问题, 主要是缺乏对影响生态系统各因素的统筹管理, 以至于生态系统的正常运行受到威胁。水产养殖的可持续发展需要对环境、社会、经济各种相互作用的因素进行充分地综合考虑, 这就要求像城镇发展规划那样对海岸带进行综合性的规划和管理。

## 2 发展可持续的海水养殖

### 2.1 发展可持续海水养殖的必要性

可持续发展是指既满足当代人的需求又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展<sup>[7]</sup>。可持续发展的基本思想包括协调性、公平性、持续性三方面<sup>[8]</sup>。针对水产养殖的一系列问题, 可持续的海水养殖是水产养殖的发展前途所在。随着人们生活水平的日益提高, 人们的食品安全意识也在不断增强, 要求海水养殖业提供高品质、无污染、多样化的海产品, 这就需要采用更有利的可持续养殖方式, 例如: 种间的多品种混养, 通过品种间的相互协同作用达到水质的调控; 放养的密度适当降低, 以获得最佳的水质环境; 利用

生物工程技术培育抗病品种, 降低药物的使用量, 尽量使用生物制剂进行鱼病的预防和治疗; 养殖水体种植适当面积的水草, 以达到净化水质、提高养殖种类品质的目的<sup>[9]</sup>。

### 2.2 发展可持续海水养殖应遵循的步骤

#### 2.2.1 环境资源调查

岛屿、海岸的自然和人力资源调查是进行管理规划的首要步骤。长期持续的海岸带资源调查为解决海洋生态系统与水产养殖之间的矛盾提供了依据, 用于分析评估海洋环境对于人类活动的敏感性, 为海洋带综合管理提供了基础。

#### 2.2.2 评价与监测

为了选择合理的养殖地点并长久利用有限的资源, 需要对现有的环境、经济、社会条件和以后的发展趋势进行评价以确定水产养殖的容量。养殖容量是指单位水体内在保护环境、节约资源和保证应有效益等各个方面都符合可持续发展要求的最大养殖量<sup>[10]</sup>。在判断某一地点最合适的养殖形式和内容时, 应进行多指标分析, 通常评价指标越多对养殖潜力的评价越全面。

监测意味着在时间和空间尺度上获得数据, 在养殖过程中保证管理机构的权威性和有关计划和目标得到有效贯彻。监测应能评价影响因子变化的累计效应, 并且指导水产养殖管理体系根据环境经济社会各方面的需要及时进行调整, 与管理的基本要求保持一致。

#### 2.2.3 政策与管理

近年来水产养殖规模的扩大和对优先资源的竞争已经使人们意识到政策方法和法律体系的重要性, 在不同层次上建立适宜的经营环境对于发展水产养殖和保护环境资源非常关键。管理措施包括法律法规、许可证管理、饲料管理、防疫管理、水环境管理、质量监督等方面<sup>[11]</sup>。

#### 2.2.4 应用实施

发展可持续的海水养殖的成功与否取决于如何将科研成果应用于生产实践。科研成果应在实践过程中不断修正并加以推广, 建立最优经营方法体系, 提供统一的国家标准和技术规范应用于不同的海水养殖类型。

## 3 国内外可持续海水养殖的研究与实例

### 3.1 研究

美国通过研究在不同的污染水平下, 不同的养殖



类型中生物种类和生物品质的变化,建立了许多模型,以指导养殖设施的建设。日本学者研究了网箱对水环境和底质环境的影响和污染物的迁移和归宿,提出利用温跃层、内部潮汐、改造地形等措施,加速污染物的扩散,减少污染物的积累,还提出了海胆、鲍鱼等增养殖的生态学调控措施来降低污染程度<sup>[12]</sup>。环北海国家在北海开发国际理事会(ICES)内成立了专门研究海水养殖与沿岸相互作用的组织,多学科联合对北海养殖污染问题进行了大规模的深入研究,基本查明了主要海水养殖业所排放污染物种类、污染途径和对北海的污染程度,提出了控制措施,并相应地改进了养殖技术<sup>[13]</sup>。

中国针对渔业发展遇到的环境问题进行了一系列的研究,已经形成了自己的特色。近十几年来完成的“增养殖育苗水体中重金属的污染防治”、“石油开发对渔业影响评价”、“黄、渤海对虾养殖环境研究”、“黄、渤海环境质量与生态变化研究”、“环境污染的渔业损失评估方法”、“环境因素变化对滩涂贝类大面积死亡影响机理的研究”、“扇贝大面积死亡环境因素研究与防治技术”、“海岸带环境资源持续利用和养殖环境优化技术”、“虾池有机污染物生物降解技术”等诸多项目均较好地解决了渔业发展中的环境问题。这些项目无论从方法上还是技术上均达到国际水平,有的已走在世界前列。

## 3.2 实例

### 3.2.1 复合立体化养殖

中国广泛采用的单种类、高密度、过量投饲的养殖方式很容易产生暴发性流行病,而且资源利用率低,对自然环境破坏大,不利于海水养殖的可持续发展。复合立体化养殖增加了养殖生态结构空间成层性和生态位的时空连接,提高了养殖生物群落的多样性和环境的稳定性,形成一个结构优化、功能高效的养殖生态系统,所投入的物质得到反复循环,初级生产力得到多途径利用,从而提高生产效益和养殖效益,避免物质的浪费及环境的污染<sup>[15]</sup>。

复合立体化养殖综合了捕食种(如鱼、虾)、滤食种(如贝类)、微生物(如光合细菌)和藻类,在一个有利于平衡的生态系统中进行养殖。目前常见的有鱼虾贝混养、贝藻混养、鱼藻混养、虾藻混养等形式,针对各地的自然条件及市场供求情况选用适宜的养殖种类和养殖结构,达到经济效益和环境效益的最优化,是目前需要解决的问题。

### 3.2.2 离岸养殖

为了减轻海水养殖对近岸海区的影响,养殖范围必须向海外发展。未来的海水养殖将采取先进的养殖技术和设施将养殖区域拓展到20 m水深以上的海区。离岸养殖有利于水产养殖的持续发展和浅海生态系统的恢复和环境保护。在水深较大的海区,水交换率高,污染物含量低,有利于生产出健康清洁的海产品,减轻各种污染物对养殖生物的影响和赤潮发生<sup>[4]</sup>。

### 3.2.3 选择低营养级鱼类

早在1500 a前,夏威夷人为了满足居民对蛋白质食物的需求和弥补捕鱼业的不足,在海边修建鱼塘养鱼。鲷鱼和虱目鱼是最重要的养殖鱼类<sup>[14]</sup>。这两种以藻类为食的鱼能缩短海洋食物链,提高资源的有效利用率。

### 3.2.4 新型饲料的应用

许多养殖业采用野生杂鱼制成的高蛋白饲料来喂养食肉养殖动物如虾、鲑鱼等。在1985~1995年间,全球养虾业利用3600万t杂鱼生产出720万t虾。虽然养殖虾是最受欢迎的水产养殖产品之一,然而养虾池本身也是最严重的污染源。日本开发了一种新型饲料,即用豆饼、麦麸来代替杂鱼,可以节省饲料10%~15%,养殖产品的色泽、味道、肉质都要优于以杂鱼为饲料生产出的产品,这样不仅能提高经济效益,还使水域中的氮、磷水平明显降低,保持在良好的水平上<sup>[15]</sup>。

### 3.2.5 放流

放流不同于围养,是将鱼虾幼苗有计划地投放到一定海域内自然生长,定期捕捞的养殖方式。山东省在近10 a内先后投资330万元,在山东半岛沿岸对10多个品种进行放流,效果显著。1991~1998年,放流乌贼3.6亿只,乌贼产量增加1.85万t;1993年以来,在乳山、烟台、威海等地累计放流30 mm以上的日本对虾虾苗44亿尾,回捕率在7%~10%之间,投入产出比为1:100,其他品种的放流也取得了很好的效果<sup>[6]</sup>。放流的投入产出比高,而且对环境的影响小。放流是大尺度上的作业,需要政府的参与和管理,并需要对放流的时间、季节、数量、地点进行充分的科学论证,以获得更好的效益。

## 4 结语

发展海水养殖能在多方面使人类受益。虽然影响水产养殖的不确定因素还很多,但现代养殖技术的发

展为解决当前出现的问题提供了有利条件。为了保证中国水产养殖业健康稳定发展和海洋资源的可持续利用,应当在海洋生态环境科学领域开展更多的工作:(1)建立先进的、多学科的、多方位和多层次的海环境监测技术体系;(2)改进和发展海水养殖环境质量评价和环境影响评价方法,由定性、半定量评价推进到定量评价,由短期直接效应影响评价推进到长期间接效应影响评价;(3)建立和完善海水养殖水质、底质和水生生物全方位的污染评价指标体系。(4)发展海域可持续利用的理论,建立天然养殖生态环境与海洋生物资源可持续利用的技术和模式。(5)建立高效增养殖水环境调控和保障技术体系。(6)建立渔场生态环境修复和优化技术体系。

#### 参考文献:

- [1] FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2002 [EB/OL]. <http://www.fao.org/docrep/005/y7300e/y7300e00.htm>, 2002- 04- 06.
- [2] 高 健, 楼 永. 养殖技术对山东省海水养殖渔业可持续发展的作用[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(2): 127- 131.
- [3] Frankic A, Hershner C. Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture[EB/OL]. <http://www.udel.edu/CMS/csmpl/globaloceans/abstracts.html>, 2002- 03- 10.
- [4] 杨红生. 清洁生产: 海水养殖业持续发展的新模式[J]. 世界科技研究与发展, 2001, 23(1): 62- 65.
- [5] 唐启升. 中国海洋渔业可持续发展及其高技术需求[A]. 中国工程院, 山东省人民政府. 海洋高新技术产业化高级论坛[C]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 2000. 11- 13.
- [6] 范纯增, 刘玉宝. 山东海洋牧场可持续发展与环境保护[J]. 水产学杂志, 2001, 14(2): 7- 11.
- [7] World commission on environment and development(WCED). Our Common Future[M]. Oxford: Oxford University Press, 1987. 8.
- [8] 舒廷飞, 温琰茂. 我国水产养殖业可持续发展的对策[J]. 水产科技情报, 2001, 28(4): 150- 152.
- [9] 宋迁红. 2002年水产养殖发展思路浅析[J]. 科学养鱼, 2001(12): 14- 15.
- [10] 董双林, 李德尚, 潘克厚. 论海水养殖的养殖容量[J]. 青岛海洋大学学报, 1998, 28(2): 253- 258.
- [11] 战文斌, 周 丽, 俞开康. 我国海水养殖病害现状、流行态势及今后对策[A]. 中国工程院, 山东省人民政府. 海洋高新技术产业化高级论坛[C]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 2000. 370- 371.
- [12] 杨宁生. 世界渔业发展的趋势[J]. 中国渔业经济, 2001(1): 19- 20, 24.
- [13] 董双林, 李德尚, 潘克厚. 论我国海水养殖业的可持续发展[A]. 中国工程院, 山东省人民政府. 海洋高新技术产业化高级论坛[C]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 2000. 538- 542.
- [14] CostaPierce BA. Aquaculture in ancient Hawaii[J]. **Bio-science**, 1987, 37(5): 320- 331.
- [15] 陈大刚, 高天翔. 我国海洋渔业从混沌到有序需要高科技[A]. 中国工程院, 山东省人民政府. 海洋高新技术产业化高级论坛[C]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 2000. 455- 457.

( 本文编辑: 刘珊珊)