

试论养殖水域生态系统结构优化与管理*

DISCUSSION ON STRUCTURE OPTIMIZATION AND MANAGEMENT OF AQUACULTURE ECOSYSTEM

吴荔生 杨圣云

(厦门大学海洋学系 361005)

我国的水产养殖业发展迅速, 养殖产量在世界水产养殖业和我国渔业中所占的比重也逐年加大。由于各养殖户分散经营和管理, 对科学养殖方面的知识了解不多, 缺乏总体规划, 使一些科技性的指导贯彻不到生产中去, 致使养殖布局出现不合理的现象, 养殖容量超过了水域的负荷力, 导致养殖水域污染加重, 底质恶化, 水产品质量下降(种质退化), 赤潮频发, 养殖病害蔓延, 有时还会发生已被污染的海水直接返回的二次污染等严重问题。各种病原微生物只是养殖病害的直接诱发因子, 而促使养殖品种发病的间接因素同样重要也更为复杂。根据生态学上耐受性定律的原理可知, 当环境因子不是处于养殖生物最适度的状态时, 养殖生物对于其它生态因子的耐受限度也会下降^[8], 如对病原菌或病毒的抗发病能力。Fegandl 1991 年认为, 保持养殖水环境的生态平衡可以降低养殖生物的发病率, 即使有病毒感染, 只要处于最适养殖环境中, 也可以不发病, 并且在以后的生长过程中, 病毒的数量会逐渐减少以至难以检出。因此保持养殖环境的适宜性和稳定性, 优化养殖水域生态结构和管理, 是使养殖活动得到良性循环发展, 取得最大的经济、生态和社会效益的好出路。

1 养殖水域生态系统分析

养殖水域生态系统通常是一个

封闭或半封闭的生态系, 与自然海区的能量传递和物质循环经常受到阻滞。与自然海域的生态系相比, 具有生物种类组成简单, 养殖生物在群落中占绝对优势, 主要食物链短且简单, 营养层次少, 缺少由碎屑食物链和腐食食物链组成的微型食物网, 生态系统稳定性差, 对病害和其它灾害的抵抗能力弱等特点。天气变化和人工调控都能在短时间内大幅度改变系统中的水化因子以及细菌、浮游生物、原生动物等的生物量和种类组成, 使其生态结构和功能发生很大变化。

养殖水产品的生物量优势是在人工扶持下形成的, 其庞大的生物量造成了生态金字塔畸形, 它是经济产品较大输出量的保证, 但也决定了该系统的低生态缓冲能力和脆弱性。养殖水域生态系统的低生物多样性和高生产力输出是现实所追求的经济效益所决定的, 这也是这一生态系统存在的根本目的。

2 优化养殖水域生态系统结构的途径

由于养殖水域生态系统本身的性质决定了它的结构不稳定, 为维持其生态平衡仅靠自然的调节是远不够的, 必须引入人为的调控和管理。目前人为的调控和管理主要有以下几种途径。

2.1 理化调控

海水水质的好坏由诸多理化因子决定, 其中主要是: 水温、盐度、

pH 值、溶解氧、氨氮、硫化氢、透明度等。搅底泥和换水是池塘养殖生产中常用的两个水质调节措施。搅底泥有利于释放出底泥中的营养盐参与水域循环, 提高利用率, 防止营养盐富集; 换水则对养殖水体中积累的有毒物质如非离子氨和一些有害微生物有稀释作用。干塘、挖泥和清塘则是养殖池塘排水后采取的一系列改良池塘底质的措施。干塘后的曝晒和冬季的严寒, 能杀死池底许多病原体, 还可促进底泥中有机物的分解。挖泥可清除过多的淤泥, 延缓池塘老化, 防止大量有害的还原性中间产物的产生。清塘时施用石灰可杀死潜藏于底泥中的病原体, 中和各种有机酸, 使底泥呈微碱性, 有利于底泥中营养盐的释放从而提高池水肥度^[3]。除了上述物理方法外, 还有一些应用机械装置来调节水质的措施, 如使用增氧机。利用某些化学物质特有的性质可以改善养殖生态系中的某些不利因素, 常用的化学物质有: 臭氧、硝酸钠、高锰酸钾、明矾、农用石灰和其它一些含钙物质(如农用石膏等), 以及水质改良剂等^[6], 其目的是为有益生物

* 福建省“重中之重”科技项目资助。
第一作者: 吴荔生, 出生于 1975 年, 博士研究生。E-mail: fguo@jingxi.an.xmu.edu.cn

收稿日期: 2000-10-23;

修回日期: 2001-03-18



和生态系的良性运转创造最佳条件。

2.2 生物调控

生物调控是指利用引入生物的方法调整养殖水域生态系的结构以达到调控与改良水质的目的。目前,优化养殖水域生态系的措施主要着眼于在水域内通过多种处于不同营养级的养殖种类的合理搭配建立起科学的生物群落,充分利用养殖水域生态系统中的空生态位,进行多元化立体式生态系综合养殖^[2],促进养殖水域内的物质循环和能量流通,从而提高水域的利用率、产品产出率和商品率,这样既可以提高生态效益也提高了经济效益。另外,生物调控所引用的生物基本无副作用,有些本身还是经济产品或养殖动物的饵料生物。

生物调控技术采用的主要方法有混养适量的滤食性动物(如贝类)、添加光合细菌、移植底栖动物以及养殖大型海藻等。混养是利用养殖生物间的代谢互补性来消耗累积起来有害的代谢产物,减少养殖生物对养殖水域的自身污染。滤食性动物对水域中的浮游生物有下行效应的作用,可使水域中的物质循环畅通;光合细菌可分解有机质,加速物质循环,改善水质^[11];虾池中移植底栖的沙蚕或杂食性鱼类可摄食残饵和粪便,改善底质环境状况,避免还原环境的危害作用^[10];大型藻类可吸收水中溶解的无机盐,降低养殖水体的营养盐负荷。另有一些研究报道了多个池塘生态系(虾类-大型藻类-滤食性鱼贝)循环换水、联合水质调节的生物调控技术^[3]。

2.3 养殖容量调控

水产养殖容量是一个新兴的跨学科研究领域。它的研究需要多学科的结合与支持,它涉及到海域能量收支平衡动力学、海洋生

产力以及水产养殖环境容量的研究。养殖容量可定义为: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^[5]。科学地确定养殖容量的目的就是要建立一个结构优化和功能高效的养殖生态系统,使水域中的物质得到充分循环、初级生产力得到多途径利用,从而提高生产效益,避免物质的浪费以及对自身和环境的污染。

关于养殖容量的确定,首先是把养殖水域作为一个生态系统来看待,再根据底质、水域条件、生态系统的食物网关系、物质循环和能量流通、养殖品种的生态位以及养殖业与其它海洋产业的关系等因素,确定出特定水域的水产养殖容量。研究的方法主要有3种:初级生产力的评估;生产数据统计分析;产量模型^[4]。由于自然营养型养殖系统(如海带养殖系统、扇贝筏式养殖系统等)与人工营养型养殖系统(如对虾池塘养殖系统、肉食性鱼类网箱养殖系统等)在生态学上有很多互补性:人工营养型养殖系统投喂的饲料利用率有限,营养物质常过剩积累,每年向邻近水域排放或自身沉积大量有机污染物;而自然营养型养殖系统则常出现营养限制,有净化水体的作用,两系统的复合将会取长补短,达到扩大养殖容量的效果。在大范围的养殖区域内应注意进行多种养殖种类交叉养殖,使水域的营养元素被充分地利用起来,避免某单一品种生物量过大,造成水域水质失衡。也可以考虑在整个水域的水产养殖容量中规定出各个主要养殖品种的养殖容量,避免养殖种类单一,造成海域的某一污染负荷偏重,也使得经济发展不平衡,市场出现某些水产品过剩浪费而另一些水产品短缺的价格大波动现象。总之,水产养殖容量的确定为管理部门制

定水产养殖规划提供了具体的科学依据,也为实现水产养殖的可持续发展奠定了基础。

2.4 养殖水域微生态系调控

微生态主要指自然环境中的微生物群及其组成,以及对环境的影响。水域微生态状况直接影响水生动物体的健康生长和发育。不合理的养殖管理会导致环境条件恶化,平衡失调,使本无条件致病的病原而成了有害的病原^[1]。因而,保持水中微生物的生态平衡,是水产养殖中的重要一环。

在水环境和水生动物体中均存在大量有益微生物,它们可对水域中污染物进行降解和转化,同时其拮抗作用可抑制和杀灭有害微生物,因而对水体有净化作用^[9]。我们研究水域微生态,一方面要设法控制和消灭有害微生物,同时要研究如何利用有益微生物来改善水质、保持水中生态平衡、防治鱼虾疾病和提高产量,如光合细菌的应用^[11]。

优良的水质有助于保持水中的微生态平衡。随着水域养殖时间的增长,为了防治病害,消除不断增多的残饵、粪便等有机质,人们通常施用药物来维持生态系统的良性运转,而药物作用的效果直接影响到养殖水域的微生态环境,因此药物的慎重选择是非常必要的。有些药物带来的副作用很大:如使病原菌产生抗药性,污染水域,杀害水中有益微生物,造成微生态失调;而且水环境经过消毒后,也只能是暂时无病原菌,随着新水的引入又难免带进新病原菌。如在虾池内使用 $0.25 \times 10^6 \sim 0.5 \times 10^6$ 净水灵对生态系统中小型生物是无影响的,同时它还可以净化水质,降解池中氨氮、硫化氢等有害物质,改善水环境;而同剂量的 αO_2 却能大量杀死小型生物,也就是对虾的生物饵料,特别



是虾苗阶段的主要食物,即破坏了生态系统中主要因素——对虾的食物链,而且随着浓度提高其杀灭率也逐步提高,所杀死的藻类、浮游动物还会污染水质^[6]。

3 加强我国养殖水域生态系统结构的优化和管理

3.1 建立和发展我国的海水养殖环境生化监测系统

大规模海水养殖增加了溶解态和悬浮态物质的输出,它可能对海洋环境产生的影响归纳起来有这样几个方面:氮、磷等营养物的释放,造成局部海水富营养化;各类化学药品和抗生素的使用污染了水域环境;一些生物栖息地遭到破坏,干扰了野生种群的繁衍和生存,使生物多样性减少^[7],引起自然海区的生态系统退化。

良好的海洋环境是水产养殖业发展的前提。在各个养殖海区分别建立环境生化监测站,运用水质分析等方法对养殖水质进行实时监测,从微观上对水质进行确切了解,同时结合各海区的潮流情况,确定出养殖区的最佳进排水时机,并把数据提供给养殖户。这样,不仅可以及时监测到污染情况(如赤潮和其他污染源),使养殖户避开污染的影响,减少损失,还可以将此作为养殖过程中自身调控的依据。将各个海区的监测站联系起来,就可以建立起我国的海水养殖环境生化监测系统网,渔业管理部门的决策者和科研人员就可以依据监测到的信息,从监督、维护、养殖、研究等几方面来综合管理养殖水域的生态环境。

3.2 加强我国海水养殖的宏观管理

开展海水养殖标准化工作。需要对养殖区域进行总体规划,包

括给水、排水和养殖种类以及病害防治、污染治理等问题,确保养殖水域生态系统的平衡,把生产的各个环节纳入标准化体系,进行科学引导,使海水养殖业向规范化、产业化发展。

优化养殖水域结构需要政府和渔业管理部门的参与管理:(1)根据海域的水产养殖容量,从宏观上控制水产养殖规模;(2)从区域发展规划和生态环境条件的角度来确定养殖区的合理布局;(3)制定有效的管理措施,以法规的形式颁布实行,使海洋水产养殖做到“有法可依”;(4)对水域资源实行集中管理、分散经营,加强科技引导,将科学技术充分地应用到生产中;(5)发挥舆论引导作用,促使养殖户自觉地参与管理,并提出意见和建议,维护好养殖水域的环境,依据海区的水产养殖容量确定合适的放养种类、合理的苗种规格和播洒密度;(6)还要注意根据其他各海洋产业的发展状况及时协调自身的发展速度和规模。

3.3 加强养殖种类的生物学和水域生态系统的科学研究

优化养殖水域的生态结构可提高水域的自净能力,减少对自身和邻近水域的污染。由于传统水产养殖业的自身污染和对海洋环境的污染很严重,以对虾养殖为例,生产1 t鲜对虾使用3.0~3.5 t饵料,将向环境释放1.2 t蛋白质,20 kg以上的磷。因此,必须依靠科学技术对传统的水产养殖业进行改造,同时保护自然的水产资源,防止养殖种类的种质资源退化,加强养殖品种的生物学和水域生态系统的研究。在优化养殖水域的过程中应注意和加强研究的问题包括:(1)应用生物工程高新技术为野生物种的种群建立基因库,培育良种,防止养殖生物的种质退化;(2)

确定养殖水域的养殖容量,加大宏观调控力度,避免超负荷养殖;(3)自然水域和人工调控对各种富营养化水质的净化能力;(4)养殖区底质的恢复方法;(5)养殖水域微生物系统平衡及多元化立体养殖的最佳养殖配比;(6)基础饵料培养技术和营养价值的评估;(7)以养殖品种的应急态与正常态下的生理状况为指标,确定相应的最佳进排水时间。

参考文献

- 1 牟海洋,李筠,包振民等.中国对虾养成期病害的细菌分析,海洋学报,1999,21(1):139~145
- 2 杨圣云,许振祖.优化养殖水域生态系统结构的若干途径,海洋科学,1997,3:42~43
- 3 申屠青春,董双林,张兆琪等.池塘养殖生态水质调控技术研究综述,水利渔业,1999,19(6):39~42
- 4 李少菁,杜琦等.厦门沿海水产养殖污染的控制与管理.见:东亚海域海洋污染预防与管理厦门示范区执行委员会办公室编.厦门海岸带综合管理成果汇编(下册).北京:海洋出版社,1998.16
- 5 董双林,李德尚,潘克厚.论海水养殖的养殖容量,青岛海洋大学学报,1998,28(2):253~258
- 6 续炜瞳.海洋养殖业优化控制系统出路,海洋开发与管理,1998,2:40~42
- 7 韩家波,木云雷,王丽梅.海水养殖与近海水域污染研究进展,水产科学,1999,18(4):39~43
- 8 沈国英,施并章.海洋生态学(修订版).厦门:厦门大学出版社,1990.22~25
- 9 薛恒平,薛彦青.水产养殖同微生态与微生物生态之间关系初探,饲料工业,1997,18(2):23~26
- 10 张付国.利用生物改善虾池底质试验,齐鲁渔业,1996,2:5~7
- 11 张明,史家梁.光合细菌在水产养殖中的应用,应用与环境生物学报,1999,5(s):204~206

(本文编辑:刘珊珊)