

新时代水产养殖模式的变革

桂建芳 张晓娟

(中国科学院水生生物研究所,湖北 武汉 430072)

摘要:水产养殖是中国大农业中发展最快的产业之一,为保障国家食品安全作出了重要贡献。近40年来的水产养殖成功经验已对世界产生了重要影响,并被国际知名专家推介为未来面对食物短缺、保障食品安全最有效率的动物蛋白生产方式。政策引领、市场推动和科技创新为水产养殖模式变革聚集了强大的应变能力,新时代生态文明建设驱动了水产养殖模式变革。新的水产养殖模式必将为中国乃至全球的食品安全和经济增长产生持续的利益。

关键词:水产养殖模式;水环境保护;生态文明

中图法分类号:S964 文献标志码:A DOI:10.19679/j.cnki.cjjsjj.2018.0105

1 中国水产养殖的快速发展及对世界的影响

水产养殖在中国有非常悠久的历史。从近4000年前殷商时期的池塘养鱼到2500多年前春秋时代越国重臣范蠡辞官经商养鱼而写成的《养鱼经》,再到600余年前明代黄省曾的《种鱼经》和徐光启的《农政全书》,养鱼历来是推动发家致富的一门技术产业。新中国成立后,党和国家领导人非常关注水产。1956年毛泽东主席在武汉调研时,曾专门约请当时的中国科学院水生生物研究所所长王家楫先生,问计如何“解决吃鱼难”问题,并写下了“才饮长沙水,又食武昌鱼”的著名诗篇。从20世纪50

年代“养捕之争”“养捕并举”到20世纪70年代以后确立“以养为主”的方针,水产养殖得到高度重视,甚至一段时期国家还设立了水产部。

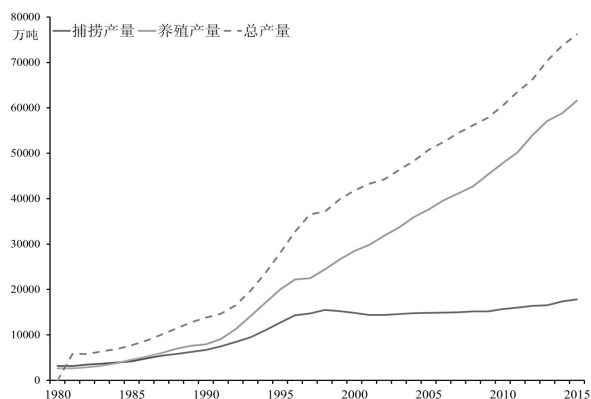
中国水产养殖的快速发展既得益于政策推动,又得益于科技进步。20世纪60年代早期,青、草、鲢、鳙“四大家鱼”人工繁殖技术的突破实现了水产养殖质的飞跃。改革开放以来,由于政策放开了市场,市场激发了群众的积极性和水产科研人员的创造性,水产养殖呈现出空前繁荣。近年来,水产养殖在水产种质资源保存与利用、遗传机制解析与功能基因挖掘、优良性状新品种选育、水产种业体系建设、水产养殖模式等方面取得了一系列进展,

收稿日期:2018-01-04

作者简介:桂建芳,男,中国科学院院士,发展中国家科学院院士,中国科学院水生生物研究所研究员、博士生导师,长期从事鱼类遗传育种生物学基础和相关生物技术研究。

已建立从水产遗传育种（遗传育种中心）、良种保存扩繁（水产原/良种场）到苗种生产供应（水产种苗繁育场）的水产种业生产保障体系；已育成涵盖了鱼、虾、贝、蟹、藻等主要养殖种类的水产新品种近200个^[1]。1980年以来，水产产量连年倍增，水产品无论是总量还是人均占有量都是大农业中增长最快的，其总量近40年增长了近20倍（图1）^[2]，是大农业中发展最快的产业之一，为保障国家食品安全作出了重要贡献。特别是近20年来，中国水产养殖的产量一直占世界养殖产量的三分之二左右，为消费者提供了三分之一以上的动物蛋白来源。用农业部部长韩长赋的话说，“世界上每三条鱼就有两条是中国养的。”

图1 1980–2016年中国水产品总产量、捕捞产量及养殖产量



进入21世纪后，中国水产养殖的成功对世界造成了重要影响。水产养殖对世界水产品供应的作用已在发达国家学者中达成共识，鱼类等水产品作为较为安全的蛋白来源已得到国际社会的广泛认同^[4]。水产养殖作为“可以减少谷物以换取优质动物蛋白最有效率的技术”，已被世界知名经济学家Lester R. Brown推介为未来世界面对食物短缺、保障食品安全最有效率的动物蛋白生产方式，“能为全球食品安全和经济增长产生持续的利益。”^{[5][6]}国际顶级科技和人文期刊皆在专题评述“未来的鱼”和“鱼的未来”中，通过介绍中国水产养殖的成功经验，认为

迎接鱼类需求日益增长的唯一途径是养殖^[7]，养殖的鱼能够替代捕捞的鱼^[8]，水产养殖对满足人类的蛋白需求和食品安全有重要作用。为了让世界更广泛了解中国水产养殖的现状，最近，中国科学院水生生物研究所在中国科学院、中国工程院和中国水产学会的支持下，邀约了100多个从事水产养殖的专家共同编汇了一本《中国水产养殖：成功故事和现代趋势》。该书通过典型事例，广泛介绍了涉及主要养殖种类、主要养殖方法、饲料配伍和投喂技术、遗传育种和种业、病害发生和相关防控技术，以及水环境保护和修复等成功的故事。这本书的出版将推动中国水产养殖在世界产生更重要的影响^[1]。

2 水环境保护和生态文明建设驱动水产养殖模式变革

党的十八大以来，党中央国务院提出了水环境保护和生态文明建设的重大决策，也进一步明确了渔业以养为主的发展方针。在政府和市场的双重驱动下，生态优先和供给侧结构调整已经促使水产养殖模式发生了重大变化，这些变化已在保护水环境健康，保证生态可持续发展和生态文明建设中起了重要作用^[2]。本文梳理了五种水产养殖模式的变革，探讨它们对环境友好和生态可持续发展的意义。

2.1 从不同食性的多种鱼类共养到多营养级复合养殖模式

就养殖方式来说，我国水产养殖主要有套养、混养和主养等模式，20世纪60年代早期，“四大家鱼”人工繁殖技术的成功，是我国鱼类养殖史上一个里程碑的突破。自此，水产养殖特别是淡水养殖开始得到蓬勃发展。前期，水产养殖主要以主养“四大家鱼”的鱼池中套养部分其他鱼类的模式，产量相对较低；1990年以后，随着一些新品种推广，发展为主养部分新品种，适当配养部分鲢、鳙、鲂或草鱼等主养或混养模式。时至今日，养殖品种仍以大宗淡水鱼类为主（占67%以上），特别是青、

草、鲢、鳙、鲤、鲫、鳊“七大大宗淡水鱼”及其特有的食草、食浮游植物、食浮游动物、食底栖动物、食碎屑的特性及其由此发展的多营养级复合养殖模式,使它们成为渔业生态养殖的明星鱼类,这种养殖模式(同池搭养不同食性的非主养鱼、虾和蟹等种类)至今仍被世界所推崇。

在海洋养殖中亦是如此,由投饵类动物、滤食性贝类、大型藻类和沉积食性动物等不同营养级生物组成的一个相辅相成的综合养殖系统,一些生物排泄到水体中的废物成为另一些生物的营养物质来源,养殖系统中营养物质可高效循环利用,既提高了食物产出效率,又能控制养殖水域富营养化,是一种趋于环境友好型生态高效的养殖模式^[9]。

多营养复合水产养殖模式已被国际专家作为中国生态文明建设实践的典型范例,它不仅在淡水养殖中得到了广泛应用,而且在海水,如獐子岛及其邻近海域也得到成功应用,每年可产出6万t海带,200t海胆,300t牡蛎,700t海螺,2000t鲍鱼和5万t扇贝。这种多营养复合水产养殖模式现已被许多发达国家,如加拿大、美国和挪威等采用,其规模已扩大到用于创建“海洋牧场”^[10]。

2.2 从水生植物和湿地的水质净化功能到鱼菜共生生态养殖模式

通过利用水生植物的净化功能,在池塘或湖泊中构建具有湿地功能的浮床,能够实现水质改良和水生蔬菜的产出。2015年,一位美国科普作家在发表于《科学美国人》一篇“为几十亿人养鱼——中国渔业可救护海洋”的专题综述中,对这一生态模式进行重点评述,认为中国一批富有远见的科学家和管理者协调了养鱼需求和水质净化的关系,养出了消费者需要的水产品,又使湖泊和池塘更加净化,达到了双赢^[11]。

该评述还得到一批来自联合国教科文组织国际自然与文化遗产专家的进一步呼应,认为中国水产养殖正在进行的变革清晰阐明了应用生态学知识可

以解决环境、食品安全和经济生长相互交织的难题,并引述挪威渔业专家早期对这一养殖模式的评价说,中国科学家“正在掌控这些挑战。尽管还不完美,但比任何地方做的更好”。

2.3 从传统的稻田养鱼到稻渔综合种养模式

“稻田养鱼”在中国已有3000余年的历史。千百年来,这种人放天养、自给自足的粗放生产模式主要在我国东南、西南、华南的丘陵山区长期应用。虽然发展缓慢,但文化底蕴深厚。2005年,中国第一个、全球第一批、世界首个正式授牌的全球重要农业文化遗产——青田稻鱼共生系统,就是其中一个典型。

20世纪80年代初期,中国科学院水生生物研究所倪达书研究员在详细论证了稻田养鱼的意义和优越性以及科学推广试验的基础上,上书国家领导人建议推广稻田养鱼,得到了高层领导的批示和重视,曾一度掀起热潮,使稻田养鱼得到了快速发展^{[12][13]}。

近十年来,由于一批适于稻田养殖的小龙虾(克氏原螯虾)、蟹(中华绒螯蟹)、龟、鳖、鳝、鳅等的人工繁育及其种业已初步形成,在国家生态农业政策支持和市场驱动下,传统的稻田养鱼进入稻渔综合种养跨越转型阶段,全国多数省市都开展了“稻虾连作+共作”“稻蟹共作”“稻鳖共作+轮作”“稻龟共作”“稻鳅共作”“稻鱼共作”等多个典型的稻渔综合种养模式^[14]。特别是在湖北、江苏和浙江等地,稻渔综合种养已成为农业调结构和转型升级的重要举措,是政府大力倡导的生态渔农模式。

按照农业部副部长于康震的话说,稻渔综合种养是实现“稳粮增收,渔稻互促,绿色生态”的生态农业新模式,做到了“一水两用,一田双收”,扶持稻渔综合种养经济上划算、生态上对路、政治上得民心。应在加强稻渔综合种养技术的基础与应用研究的同时,逐步制定不同模式的综合种养技术标准,加大推广力度^[15]。

2.4 从传统池塘养殖到工程化、智能化的池塘养殖模式

池塘养殖是我国传统的养殖模式。普通的池塘

养殖设施老旧,资源利用率低,水体易富营养化,养殖产出低,易患病,一直是池塘养殖的制约因素。因此,池塘养殖的标准化与池塘标准化改造一直是水产人努力的目标之一。

近5年来,围绕制约我国池塘养殖设施陈陋等问题,国家和地方各级政府加大投入进行了池塘标准化改造。一些专家还集成运用水产养殖学、生态学、工程学等原理和方法,系统研究了池塘生态调控、高效生态养殖场构建、和池塘工程化改造等,构建了工程化的池塘与人工湿地养殖系统模型,实施了规模化推广应用^[16]。

池塘循环流水养殖模式是池塘工程化改造的典型模式,它是在较大池塘边角或中间建养殖水槽,将鱼圈养在水槽中,在其一端充气形成水流,增加溶氧并推动水体流动,在另一端设置鱼类粪便等残物的收集装置,从而在池塘形成循环流水养殖系统。

2.5 从污染严重小网箱到大网箱以及净水渔业养殖模式

网箱养殖因占地面积小、成本低、同等水体下产量大、效益可观,曾在湖泊、水库和近海水产养殖中发挥了一定作用。然而,占据水库湖泊近海的多是简单粗糙的塑料网箱,且无序投放,密度大,鱼病多发,不仅粪便和残饵等污染水质,逃逸的养殖种类影响野生种群,扰乱生态平衡,而且塑料泡沫污染严重,亟需整改。

近3年来,许多无序的塑料污染严重的小网箱养殖已在湖泊和水库中被强制取缔。网箱养殖正朝着净水渔业养殖模式发展,一是朝粪便抽取式或双层嵌套式内投饵加外不投饵的特大网箱发展,二是针对富营养化水体朝不投饵的净水网箱发展。当然,在政策和市场的双重驱动下,不用网箱利用整个水域的公司化操作的净水渔业模式也有一些成功的例子,如浙江的千岛湖渔业和重庆的三峡生态渔业等。

3 水产养殖新模式的生态作用

纵观中国水产养殖的发展历程,特别是近5年来

在水环境保护和生态文明建设驱动下水产养殖模式的变革,不难看出,中国水产养殖产量增长之所以如此之快,水产养殖模式变革之所以如此及时,主要是因为近40年来,政策放开了市场,市场倒逼了科技创新,科技创新积累了应变能力,应变能力顺应了新时代的生态优先理念,生态优先理念引领水产养殖新模式变革,新模式促进了生态文明建设。生态文明建设是新时代水产养殖新模式健康发展的驱动力。

综合上述五种水产养殖模式的变革,其关键变化主要集中在两个方面。一是朝集约化,即设施化和智能化方向发展,改变我国水产养殖长期以来的粗放式养殖现状,通过关键技术及其技术集成降低养殖过程中的饵料损失和减少用药等,可有效减轻药物残留和富营养化对水环境质量与负载的影响,具有保护水环境和生态优化作用。二是朝生态化和有机化的方向发展,如稻渔综合种养就是在充分利用水生动物生长所需食物链和稻谷生长营养需求的生态功能优势,可有效控制水稻病虫害和稻田杂草,增加水体营养盐,提高稻田土壤肥力,还有利于营养物质的循环利用,提高食物生产力,有利于降低稻田CO₂和CH₄的排放量,有利于提高稻田蓄水能力,增加稻田的生态服务功能,从而减少化肥和农药使用量、减少面源污染、改善生态环境,生产出更多质量安全的稻米和水产品。因而,稻渔综合种养已成为国家和各级政府积极推广的新的生态农业范式。

民以食为天,食以安为先。作为全球增长最快的食品生产方式之一,水产养殖已为全球食品安全和经济增长作出了重大贡献。生态文明建设驱动了水产养殖模式变革,新的水产养殖模式将在更为合理更加有效的管控下,为中国乃至全球的食品安全和经济增长产生持续的利益。

参考文献:

- [1] Gui JF, Tang QS, Li ZJ, Liu JS, De Silva SS. Aquaculture in China: Success Stories and Modern

Trends [M]. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2018: 416.

[2] Wang QD, Li ZJ, Gui JF, Liu JS, Ye SW, Yuan J, De Silva SS. Paradigm changes in freshwater aquaculture practices in China: Moving towards achieving environmental integrity and sustainability [J]. AMBIO. 2017

[3] Gui JF, Zhu ZY. Molecular basis and genetic improvement of economically important traits in aquaculture animals (review) [J]. Chin Sci Bull, 2012 (57): 1751-1760.

[4] 桂建芳, 包振民, 张晓娟. 水产遗传育种与水产种业发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2016, 18(3): 8-14.

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014[M]. Rome: FAO, 2014: 223.

[6] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all 2016[M]. Rome: FAO, 2016: 200.

[7] Cressey D. Aquaculture: Future fish [J]. Nature, 2009 (458): 398-400.

[8] Walsh B. The future of fish: can farming save the

last wild food? [N] Time Magazine, 2011, 178 (3): 28-36.

[9] 方建光, 李钟杰, 蒋增杰, 王齐东. 水产生态养殖与新养殖模式发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2016, 18(3): 22-28.

[10] Ishwaran N, Hong TH, Yi ZJ. Building an Ecological Civilization in China: Towards a Practice Based Learning Approach [J]. Journal of Earth Science and Engineering, 2015 (5): 349-362.

[11] Vance E. China's Fish Farms Could Save the Oceans [J]. Scientific American, 2015, April 17th.

[12] 倪达书, 汪建国. 我国稻田养鱼的新进展[J]. 水生生物学报, 1988, 12(4): 364-375.

[13] 倪达书, 汪建国. 稻田养鱼的理论与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990.

[14] 朱泽闻, 李可心, 王浩. 我国稻渔综合种养的内涵特征、发展现状及政策建议[J]. 中国水产, 2016 (10): 32-35.

[15] 马达文, 钱静, 刘家寿, 桂建芳. 稻渔综合种养及其发展建议[J]. 中国工程科学, 2016, 18(3): 96-100.

[16] 徐皓, 刘兴国, 等. 水产养殖池塘工程化改造设计案例图集[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.