

我国海水养殖状况及渤海养殖治理成效分析

张 灿, 孟庆辉, 初佳兰, 柳圭泽,
王传琚, 赵媛媛, 赵建华

(国家海洋环境监测中心, 国家环境保护近岸海域生态环境重点实验室, 辽宁 大连 116023)

摘 要: 基于 2016—2020 年海水养殖统计数据和渤海综合治理攻坚战工作进展, 本文分析了我国近岸海域和环渤海区域海水养殖变化趋势及渤海综合治理攻坚战成效。结果表明, 渤海综合治理攻坚战在海水养殖方面取得了积极成效, 环渤海三省一市海水养殖面积下降了 7.7%, 渤海区域清理整治非法和不符合分区管控要求的海水养殖超过 7 万公顷, 渤海区域渔业产品捕捞量下降了 40.7%。但是, 环渤海区域集约化成效与全国沿海相比并不突出, 全国海水养殖在面积下降的同时, 产量增加 8.8%, 产值增加 22.2%, 环渤海三省一市在养殖面积下降幅度基本相同的情况下, 产量降低 0.6%, 产值增加 4.8%。生态环境问题仍然突出, 环渤海三省一市约有 5 万公顷围海养殖位于海洋生态保护红线范围内, 海水养殖尾水直接排放、超标排放情况普遍, 有必要持续深入地加强监管。

关键词: 海水养殖; 环境保护; 渤海

中图分类号: X55

文献标识码: A

文章编号: 1007-6336(2021)06-0887-08

Analysis on the status of mariculture in China and the effectiveness of mariculture management in the Bohai Sea

ZHANG Can, MENG Qing-hui, CHU Jia-lan, LIU Gui-ze,
WANG Chuan-jun, ZHAO Yuan-yuan, ZHAO Jian-hua

(National Marine Environmental Monitoring Center, State Environmental Protection Key Laboratory of Coastal Ecosystem, Dalian 116023, China)

Abstract: Based on the mariculture statistics from 2016 to 2020 and the progress of the three-year plan to fight pollution of the Bohai Sea, the trend and effectiveness of mariculture in China's coastal waters and the Bohai Sea region were analyzed. The results show that the three-year plan has achieved positive results in mariculture, and the mariculture area of provinces around the Bohai Sea has decreased by 7.7%. In the Bohai Sea, more than 70 thousand hectares of mariculture that is not meet the requirements of management have been renovated, and the fishing production in the Bohai Sea region has decreased by 40.7%. However, compared with the national coastal situation, the effect of mariculture around the Bohai sea is not outstanding. While the area of mariculture has decreased, the output has increased by 8.8% and the output value has increased by 22.2%, the provinces around the Bohai Sea reduced the output by 0.6% and increased the output value only by 4.8%. The ecological and environmental problems are still prominent. Nearly 50 thousand hectares of mariculture in the provinces around the Bohai Sea are located within red

收稿日期: 2021-07-30, 修订日期: 2021-09-04

基金项目: 国家环境保护近岸海域生态环境重点实验室基金项目: “国家海洋督察体制机制研究” (201818)

作者简介: 张 灿 (1981—), 男, 安徽宿州人, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为海洋生态环境监管制度研究, E-mail:

zhangcan@nmemc.org.cn

通讯作者: 赵建华, E-mail: jhzhao@nmemc.org.cn

lines for ecological protection. The majority of wastewater from mariculture is discharged directly. It is urgent to strengthen the supervision and management of mariculture in the Bohai Sea.

Key words: mariculture; environmental protection; the Bohai Sea

1 我国海水养殖整体形势

我国是海水养殖第一大国,养殖面积占全球总量的60%以上,产量占比亦超过60%,沿海11个省级行政区均有养殖活动。根据《中国渔业统计年鉴》^[1-6],2020年,海水养殖面积199.56万公顷,海水养殖与淡水养殖的面积比例是28.4:71.6;2020年,海水养殖产量2135.3万吨,海水养殖与淡水养殖的产量比例是40.9:59.1;单位海水养殖面积的产量大幅高于单位淡水养殖面积的产量,海水单位产量是淡水单位产量的1.75倍。

1988—2020年,海水养殖产量从249.3万吨持续增长至2135.3万吨,32年间增长8.6倍,年均增幅约26.8%。1988—1994年,海洋捕捞量从504.7万吨提升至925.6万吨;1995—2011年,海洋捕捞量基本保持稳定;2012—2020年,海洋捕捞量整体呈下降趋势;在渔业资源有限和禁渔休渔政策背景下,海洋捕捞已无增长空间。2020年远洋渔业捕捞量约231.7万吨,总量相对较小,年度增量仅6万吨左右。整体来看,海水养殖占海洋渔业总产量的64.4%,而且是增长空间最大的领域,是海洋领域保障我国优质蛋白供给需求的最主要途径,具体见图1和图2。

2 海水养殖生态环境影响分析

海水养殖迅速发展的同时,其造成的生态环境问题也日益引起重视。一是饵料利用率低,大

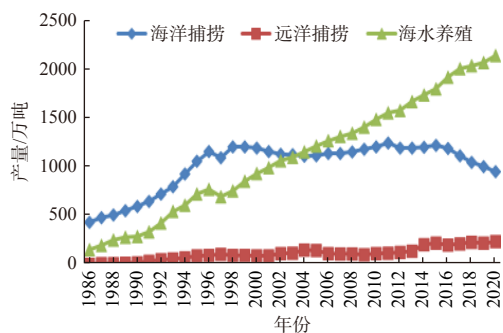


图1 海洋捕捞、远洋捕捞和海水养殖产量变化趋势^[1-6]

Fig. 1 Changes in output of Marine fishing, pelagic fishing and mariculture^[1-6]

部分营养物质进入养殖水域,对局部海域持续产生环境压力。BOUWMAN等认为,贝类养殖过程中,氮、磷吸收分别占固体颗粒饵料的33%和22%;鱼类养殖过程中,氮、磷吸收分别占固体颗粒饵料的36%和33%;虾类养殖过程中,氮、磷吸收分别占固体颗粒饵料的25%和10%^[7]。陈东兴等对3种虾类养殖池塘污染调查发现,饲料中氮、磷的保留率分别为13.88%~20.67%和7.20%~9.57%^[8]。WANG等对2009年挪威鲑鱼养殖污染排放的研究发现,氮、磷排放量占饲料营养元素含量的62%和70%^[9]。YOKOYAMA等人调查发现,网箱养殖区沉积物中残饵和鱼类粪便等有机质占全部有机质的28.8%和11.9%^[10]。蒋增杰等对养殖区有机质来源分析发现,网箱养殖区养殖源有机质平均比例约为56.88%^[11]。WU等对香港海域4个海水养殖区域调查发现,绝大部分污染物都累积在网箱底部,造成底栖生物多样性减少,相关影响范围在1.5千米以内^[12]。沉积物中有机质降解相对缓慢,养殖活动对海水环境的影响具有累积性和滞后性,外源营养盐输入得到控制后,仍会降解释放氮、磷等营养物质^[13-14]。沉积物常常成为养殖水体的重要污染源^[15],有研究指出,高密度海水养殖带来的营养物质输入为赤潮发生提供了物质基础,是部分海域赤潮发生的诱因^[16]。

二是与入海污染源相比,虽然海水养殖污染物排放量占比不高,但散乱直排和短期集中排放

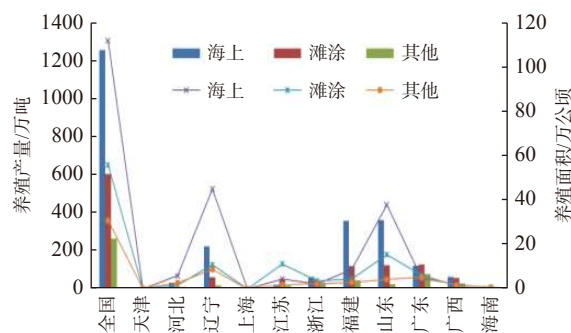


图2 2020年海水养殖面积和产量^[6]

Fig. 2 Mariculture area and output in 2020^[6]

会导致局部海域环境问题。结合《第二次全国污染源普查公报》《中国渔业统计年鉴》综合分析, 2017年, 海水养殖业化学需氧量、氨氮、总氮、总磷排放总量约33万吨, 占全国水污染物排放量和农业源水污染物排放量的1.3%和2.6%。宗虎民等利用2014年数据估算全国海水增养殖区总氮、总磷年产出量分别为29.3万吨和9.7万吨, 分别占纳入监测范围的入海河流污染物排海量的10.0%和36.1%, 其中总磷排放量是纳入监测范围的排污口排海量的7.2倍^[17]。虽然海水养殖污染物排放量对于整个陆源入海污染物总量的占比不大, 但养殖排污口数量较多, 2019年, 生态环境部在环渤海3600千米岸线及沿岸2千米区域内, 查清18886个入海排污口, 其中60%以上为海水养殖排污口; 海水池塘养殖尾水散乱直排现象普遍, 环保设施建设滞后, 历史欠账多, 中央生态环境保护督察曾指出, 2016年, 海南省位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足1%。受养殖尾水短期集中直排影响, 局部近岸海域和优质岸线呈现“脏、乱、差”现象, 孙猛等人研究指出, 天津市海水养殖废水超过90%未经处理直接排放, 工厂化养殖尾水处理比例约6.3%, 池塘每年9月—10月集中清塘, 直接排放到入海河流, 短期集中排放对入海河流及邻近海域产生影响^[18]。崔毅等人对黄渤海地区水产养殖尾水排放估算研究发现, 养殖产生的氮、磷和化学需氧量分别占陆源污染物入海量的2.8%、5.3%和1.8%, 养殖污染排放总量不大, 但对于局部海域会产生持续影响^[19]。YANG等人研究指出, 池塘养殖尾水短期集中排放影响突出, 福建省闽江口虾池尾水排放期间, 邻近海域总氮和总磷浓度分别增加270%和234%^[20]。2020年, 广东省吴川市金海岸一带海虾养殖排口密集分布, 养殖尾水未经处理直排入海, 造成海滩污水横流, 金海岸变成黑沙滩, 引发媒体广泛报道。

三是海水养殖挤占海洋保护地和生态保护红线, 因历史原因导致养殖区与保护区存在重叠区域的情况不在少数。中央生态环境保护督察指出, 2013—2017年, 海南省临高县政府在保护区内违规审批用海项目54个, 办理海水养殖证

77个; 福建省泉州市政府违规批准在泉州湾河口湿地自然保护区核心区开展海水养殖, 养殖面积88公顷; 漳州市漳江口红树林国家级自然保护区核心区和缓冲区存在海水养殖; 宁德环三都澳湿地水禽红树林自然保护区自2011年以来, 围海养殖造成保护区湿地面积减少近170公顷, 局部生态系统遭受破坏。通过国产卫星遥感监测发现, 2019年, 约有19.1%的围海养殖位于海洋生态保护红线范围内。

3 渤海海水养殖变化趋势

3.1 养殖面积变化情况

2016—2020年, 全国海水养殖面积从216.7万公顷降至199.6万公顷, 下降7.9%。同期, 环渤海三省一市海水养殖面积从144.9万公顷降至133.7万公顷, 下降7.7%, 与全国下降幅度基本一致, 但各省市情况差异较大。天津市下降幅度最大, 从0.32万公顷降至不足0.1万公顷, 下降69.5%; 其次是辽宁省, 从76.9万公顷降至65.1万公顷, 下降15.4%; 再次是河北省, 从11.5万公顷降至10.5万公顷, 下降8.7%; 山东省有所增长, 从56.2万公顷升至58.0万公顷, 增长3.3%。

按养殖水域来看, 海水养殖可以分为海上养殖、滩涂养殖和其他养殖三类, 其中, 其他养殖是指在高潮线以上从事的海水养殖生产类型。2016—2020年, 全国海上养殖和滩涂养殖面积分别下降了10.4%和7.2%, 其他养殖面积增加了1.0%。环渤海三省一市增减趋势与全国相似, 比例不同, 海上养殖和滩涂养殖面积分别下降了11.7%和3.2%, 其他养殖面积增加了11.2%。其中, 天津市全部为其他养殖, 养殖面积下降69.5%, 转型升级力度最大; 河北省有两个主要变化, 一是滩涂养殖面积大幅降低, 下降了51.2%, 二是其他养殖大幅增加, 增长了56.2%; 辽宁省三类养殖水域面积均呈降低趋势; 山东省海上养殖面积降低6.8%, 滩涂养殖和其他养殖面积分别增长27.7%和43.2%, 具体见图3。

按养殖方式来看, 海水养殖主要分为池塘、普通网箱、深水网箱、筏式、吊笼、底播和工厂化养殖7种养殖方式。全国海水养殖突出的特

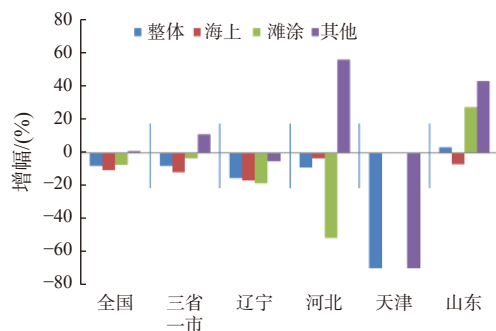


图3 2020年较2016年海水养殖面积增幅(养殖区域)^[1-6]

Fig. 3 Increase in mariculture area in 2020 compared with 2016 (region)^[1-6]

点是:深水网箱和工厂化养殖面积大幅增加,分别增长了258.0%和39.2%,普通网箱养殖面积大幅下降,降低了63.9%。环渤海三省一市各类养殖方式的养殖面积大部分呈上升趋势,仅底播养殖的养殖面积下降了9.6%。其中,辽宁省工厂化养殖面积增长了13.8%,其他养殖方式的养殖面积均不同程度下降;河北省只有池塘、底播和工厂化养殖模式,池塘、工厂化养殖面积分别增长了14.8%和19.5%,底播面积下降了26.5%,上岸趋势较为显著;山东省7种养殖方式面积整体呈增长趋势,仅筏式和底播养殖面积稍有降低,具体见图4。

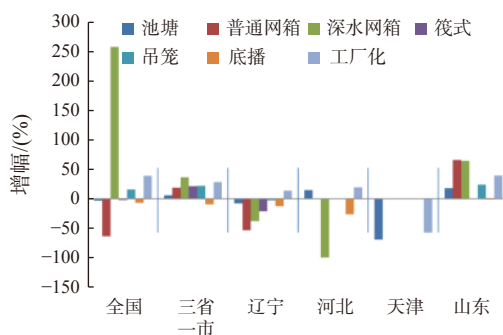


图4 2020年较2016年海水养殖面积增幅(养殖方式)^[1-6]

Fig. 4 Increase in mariculture area in 2020 compared with 2016 (mode)^[1-6]

总体来看,“十三五”期间,全国海水养殖的趋势表现在两个方面:一是往岸上走,工厂化集约养殖能力有所提升;二是往深海走,普通网箱养殖面积大幅降低,深水网箱养殖面积大幅增长。环渤海三省一市相对来说趋势不明显,整体海水养殖面积减少,底播养殖面积有所降低,其

他养殖方式面积有所增长,增幅范围为5.9%~36.6%。

3.2 养殖产量变化情况

2016—2020年,全国海水养殖产量从1963.1万吨增至2135.3万吨,增长8.8%。同期,环渤海三省一市海水养殖产量从875.3万吨降至870.4万吨,下降0.6%,与全国增长态势相反。天津市下降幅度最大,从1.1万吨降至不足1万吨,下降14.1%;其次是河北省,从51.1万吨降至48.8万吨,下降4.5%;再次是辽宁省,从310.3万吨降至306.5万吨,下降1.2%;山东省有所增长,从512.8万吨增至514.1万吨,上升0.3%。

按养殖水域来看,全国海水养殖中的海上养殖和其他养殖的产量分别增长了13.6%和18.0%,滩涂养殖产量减少了3.2%。环渤海三省一市海水养殖产量增减趋势与全国一致,海上和其他养殖产量分别增长了3.4%和27.5%,滩涂养殖产量减少了16.5%。其中,天津市海水养殖方式全部为其他养殖,养殖产量下降14.1%;河北省最明显的变化是其他养殖产量大幅增加,增幅达230.2%,海上和滩涂养殖产量分别下降19.7%和13.7%;辽宁省滩涂养殖产量降低幅度最大,降幅达31.9%;山东省滩涂养殖产量降低了6.1%,海上和其他养殖产量分别增长1.0%和30.1%,具体见图5。

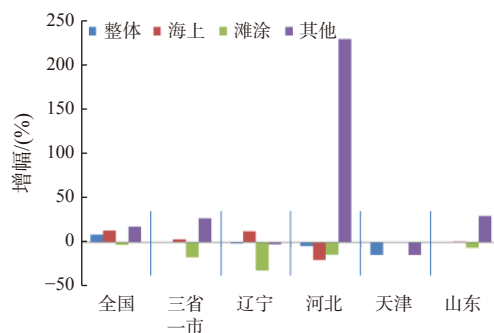


图5 2020年较2016年海水养殖产量增幅(养殖区域)^[1-6]

Fig. 5 Increase in mariculture output in 2020 compared with 2016 (region)^[1-6]

按养殖方式来看,全国海水养殖方式突出的特点是:深水网箱和工厂化养殖产量大幅增加,分别增长了145.7%和59.5%。环渤海三省一市

的普通网箱、吊笼和工厂化养殖方式产量增幅最大,分别为65.3%、59.6%和54.2%。辽宁省的显著变化体现在普通网箱和吊笼养殖的产量,前者下降了72.2%,后者增长了80.9%。河北省的显著变化是池塘和工厂化养殖产量分别增长了109.6%和50.3%。天津市的变化是工厂化和池塘养殖产量一增一减,前者增长59.4%,后者降低32%。山东省普通网箱和工厂化养殖产量分别增长79.6%和77.4%。具体见图6。

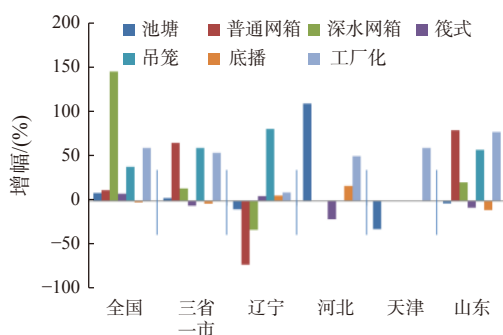


图6 2020年较2016年海水养殖产量增幅(养殖方式)^[1-6]
Fig. 6 Increase in mariculture output in 2020 compared with 2016 (mode)^[1-6]

“十三五”期间,全国海水养殖集约化养殖水平进一步提升,在养殖面积降低了7.9%的情况下,养殖产量反而有8.8%的增长。环渤海三省一市单位面积产出效率的变化趋势没有全国突出,在养殖面积下降7.7%的情况下,养殖产量亦有0.6%的降低,具体见图7。

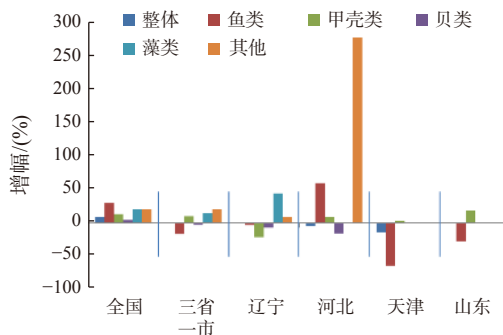


图7 2020年较2016年海水养殖产量增幅(养殖产品)^[1-6]
Fig. 7 Increase in mariculture output in 2020 compared with 2016 (products)^[1-6]

3.3 海洋捕捞产量和从业人员变化情况

2016—2020年,全国海水捕捞产量从1328.3万吨下降至947.4万吨,下降28.7%。环

渤海三省一市海水捕捞产量下降36.8%,按下降幅度来看,辽宁省、天津市、河北省、山东省分别下降57.1%、40.3%、30.8%和27.8%,相关数据包括了三省一市在渤海和黄河的捕捞量,还有较少一部分的东海捕捞量。仅从各省市在渤海的捕捞量来看,渤海整体的捕捞量下降了40.7%,是全国海水捕捞量下降幅度的1.4倍,其中,辽宁省、天津市、山东省、河北省在渤海的捕捞量分别下降了57.0%、52.1%、28.7%和27.9%。全国渔业从业人员和海水养殖专业从业人员分别从376万人和92万人下降至350万人和89万人,分别下降了7.0%和3.0%。天津市、河北省、山东省、辽宁省的海水养殖专业从业人员分别下降了23.8%、8.6%、7.2%和4.1%,环渤海三省一市海水养殖从业人员的降低趋势相对更大,尤其是天津市,在产业发展转型方面相对突出,具体见图8。

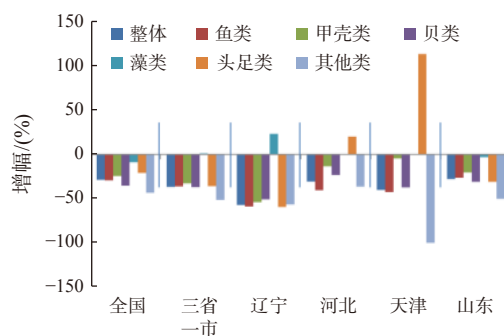


图8 2020年较2016年渔业捕捞量增幅^[1-6]
Fig. 8 Increase in fishing catch in 2020 compared with 2016^[1-6]

4 讨论分析

4.1 渤海综合治理攻坚战在海水养殖方面取得积极成效

根据渤海2016—2020年夏季海水质量监测结果,渤海优良水质面积比例持续增高,由87.4%增至94.5%,劣四类水质面积比例持续下降,由4.8%降至1.3%。渤海综合治理攻坚战期间,滨海湿地修复规模达到8891公顷,整治修复岸线132千米,超额完成修复目标任务。渤海生态环境质量持续好转,在一定程度上体现了海水养殖综合治理方面的工作成效。例如,辽宁省部

署了14个生态修复项目,以恢复滨海滩涂湿地、修复岸线、提升海洋资源环境及生态价值为目标,通过实施养殖围堰拆除平整及其他构筑物清理、潮沟疏通等措施,恢复修复滨海湿地,改善海洋水动力环境,一类和二类优良水质面积显著增加。聚焦在海水养殖综合整治方面来看,2015年的《水污染防治行动计划》和2017年的《近岸海域污染防治方案》提出将海水养殖面积控制在220万公顷左右,截至2020年,海水养殖面积已经连续两年低于200万公顷。2018年的《渤海综合治理攻坚战行动计划》进一步要求完成非法和不符合分区管控要求的海水养殖清理整治,研究制订地方海水养殖污染控制方案,推进沿海县(市、区)海水池塘和工厂化养殖升级改造,鼓励和推动深海养殖、海洋牧场建设,实现海洋捕捞产量负增长,确保2020年与2015年相比减幅不低于24%,逐步恢复渔业资源。渤海综合治理攻坚战期间,环渤海三省一市均较好地完成了攻坚任务。天津制定实施《滨海新区养殖水域滩涂规划》,划定近岸海域养殖区、限养区、禁养区,完成全市非法和不符合分区管控要求的海水养殖清理整治约1866.7公顷,制定天津市滨海新区海水养殖污染控制方案,完成全市30家工厂化养殖企业尾水处理设施升级改造,实现海水工厂化养殖尾水处理全覆盖。辽宁省完成全省非法和不符合分区管控要求的海水养殖清理整治约2.9万公顷,沿海五市编制发布海水养殖污染控制方案,推进海水池塘和工厂化养殖升级改造,锦州市完成海水养殖和工厂化升级改造133.3公顷,大连市完成约4万立方水体的工厂化养殖车间改造,葫芦岛市实施池塘改造面积65公顷。河北唐山市对国际旅游岛大清河口生态红线区域内48.7公顷违法围海养殖和曹妃甸生态城南侧2.1公顷违法围海养殖全部完成拆除,秦皇岛市对不符合海洋功能区划的约8000公顷开放式海水养殖完成清理,印发《关于加快推进水产养殖业绿色发展的实施意见》,加强养殖基础设施升级改造。山东印发《加快推进水产养殖业绿色发展实施方案》,编制发布4市海水养殖污染控制方案和养殖水域滩涂规划,落实养殖区、限制养殖区和禁止养殖区的管控要求,清理整顿非法

和不符合分区管控要求的海水养殖面积3.2万公顷,实施养殖尾水治理项目66个,工厂化养殖循环水改造项目32个。

4.2 环渤海区域集约化成效与全国沿海情况相比并不突出

2016—2020年,全国海水养殖面积降低7.9%,环渤海三省一市海水养殖面积降低7.7%,低于全国海水养殖面积降低幅度。从养殖产量来看,全国海水养殖在面积下降的同时,产量增加了8.8%,环渤海三省一市产量降低了0.6%。从海水养殖渔业产值来看,全国海水养殖渔业产值从3140亿元增长至3836亿元,增长了22.2%;环渤海三省一市海水养殖渔业产值从1371亿元增长至1437亿元,同期增幅约4.8%,低于全国同期水平。从生产要素投入产出比来看,环渤海三省一市的产出效率和集约化成效并不突出。仅河北省在养殖面积下降的同时,取得渔业产值的大幅提升,相关结果很大程度上与河北省在池塘和工厂化养殖等高潮线以上海水养殖模式的大幅提升有关,池塘和工厂化养殖面积分别提升了14.8%和19.5%,但产量提升幅度分别达到109.6%和50.3%;除养殖模式以外,相关结果与养殖产品也应该有关系,河北省最突出的特点是鱼类和其他类(海参、海胆和海蜇等)产量分别增长了59.4%和278.0%,是环渤海三省一市不同养殖产品中变化幅度最大的。同时,养殖模式和养殖产品的变化,会带来产排污方式及其水平的变化,这也对生态环境监管提出了新的需求,具体见图9。

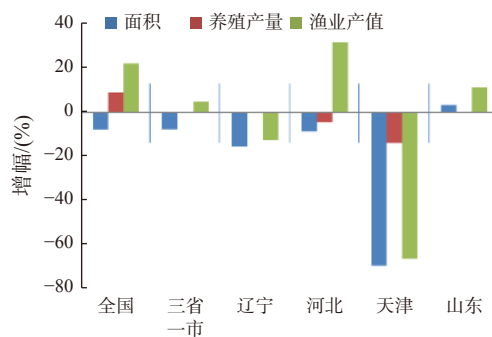


图9 2020年较2016年海水养殖面积、产量、渔业产值增幅^[1-6]

Fig. 9 Increase in mariculture area, output and fishery output value in 2020 compared with 2016^[1-6]

4.3 海水养殖仍然存在不少生态环境问题有待逐步解决

渤海攻坚战在海水养殖综合整治方面主要集中在不符合分区管控要求养殖的清理整治和部分工厂化养殖水处理设施的升级改造,对于封闭式养殖尾水直排问题基本没有涉及,环渤海18886个入海排污口中60%以上为海水养殖排污口,海水池塘养殖尾水散乱直排现象还有待深入推进实施整治。根据2019年卫星遥感影像,环渤海三省一市约有29.8万公顷围海养殖,其中,山东省、辽宁省、河北省、天津市的围海养殖面积分别约为13.0万公顷、11.4万公顷、4.6万公顷和0.7万公顷。与海洋生态保护红线进行空间叠加分析,环渤海三省一市约有4.96万公顷围海养殖位于海洋生态保护红线范围内,约占养殖面积的16.3%。曾容等人研究指出,目前全国海洋生态保护红线内约有7828平方千米确权海域,其中95%为养殖用海^[21],部分原因在于海洋生态保护红线划定早于国家严格管控政策,养殖等开发活动被纳入红线,有待结合红线范围调整和养殖逐步退出两方面共同推进,逐步解决海洋生态保护红线与海水养殖区域重叠的问题。根据2021年7月中央生态环境保护督察公开信息,辽宁省海水养殖污染防治与渤海综合治理要求相比有较大差距,未按要求于2020年年底前发布养殖水域滩涂规划;市县级养殖规划虽在2018年前完成编制,但部分规划未按要求划定海域禁养区、限养区,缺少约束性、操作性;全省大多数工厂化、池塘养殖场尾水直排入海;葫芦岛兴城市开展监测的531个养殖排污口中有210个超标,每日外排尾水约70万吨;大连斑海豹国家级自然保护区核心区内仍存在大量养殖活动。除了封闭式养殖在生态影响、环境污染和资源破坏等方面问题较为突出外,开放式养殖生态环境问题亦不容忽视,例如,青岛胶州湾在2007年、2012年和2021年发生较为严重的海星暴发事件,对当地海水养殖业造成了严重影响^[22],2020年夏季的监测结果表明,胶州湾底栖生物多样性降低,群落结构和生物组成单一化,以牡蛎和菲律宾蛤仔为主要优势种,部分鱼类因无处觅食而迁移,可能造成近海捕食海星卵及幼虫的

鱼类数量减少,在一定程度上为海星暴发提供了可能;例如,黄海浒苔绿潮连年暴发,科学界普遍认为,苏北浅滩开放式养殖可能为浒苔种源及其早期生长繁殖提供了条件^[23-27],入海河流输入、沿岸养殖池塘废水排放^[28]等方面带来入海污染物,为浒苔绿潮繁殖暴发提供营养物质,近30年来,南黄海无机氮的年均浓度呈现逐步上升趋势,特别是2008年之后数年出现急剧上升的趋势^[29],与1985年相比,2008—2012年黄海南部近岸海域无机氮浓度升高了3倍^[30]。此外,对于海洋牧场等开放式养殖对海洋生态环境的影响,仍需在深入研究基础上提出针对性监管对策。

5 工作建议

海水养殖绿色发展和集约化发展是统筹协调高质量发展和高水平保护的关键,数据分析结果表明,绿色集约化发展能够在保障海产品需求的基础上,利用更少的海域空间,亦更有利于实施环境处理设施能力建设,有利于海洋生态环境监管工作的开展。建议结合“十四五”深入打好污染防治攻坚战工作部署,推动渤海海水养殖科学布局,持续降低传统养殖模式对滩涂和近岸海域的利用强度,因地制宜推动海水养殖“走上岸”和“下深海”,实施池塘标准化改造并提升尾水生态处理能力,加强工厂化循环水养殖及其处理设施建设。协调“三线一单”生态环境分区管控与养殖水域滩涂规划,做好环境影响评价审批审核把关,逐步清理退出自然保护地和海洋生态保护红线内的养殖活动,支持深远海绿色养殖渔场建设并同步做好生态环境监管。加强养殖排污口备案管理,逐步实现“应备尽备”,健全海水养殖尾水排放地方标准,推动实现海水养殖尾水达标排放,逐步解决散乱直排历史问题,依法取缔一批违法在自然保护地及其他需要特殊保护的区域内设置的养殖排污口,清理合并一批集中分布、连片聚集的中小型海水养殖散排口,规范整治一批群众反映强烈、污染较为严重的养殖排污口。根据海水养殖模式长期变化趋势和养殖品种的变化情况,及时调整监测、监管重点,持续改善养殖环境,支持高质量转型升级,促进海水养殖绿色发展。

参考文献:

- [1] 农业部渔业渔政管理局. 2016年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016: 1-50.
- [2] 农业部渔业渔政管理局. 2017年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 3-56.
- [3] 农业农村部渔业渔政管理局. 2018年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018: 3-60.
- [4] 农业农村部渔业渔政管理局. 2019年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2019: 3-56.
- [5] 农业农村部渔业渔政管理局. 2020年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 3-58.
- [6] 农业农村部渔业渔政管理局. 2021年全国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021: 3-56.
- [7] BOUWMAN L, BEUSEN A, GLIBERT P M, et al. Mariculture: Significant and expanding cause of coastal nutrient enrichment[J]. *Environmental Research Letters*, 2013, 8(4): 26-44.
- [8] 陈东兴, 杨超, 华雪铭, 等. 3种虾类养殖池塘污染强度及氮磷营养物质收支研究[J]. *河南农业科学*, 2013, 42(8): 132-136.
- [9] WANG X X, OLSEN L M, REITAN K I, et al. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture[J]. *Aquaculture Environment Interactions*, 2012, 2(3): 267-283.
- [10] YOKOYAMA H, ABO K, ISHIHI Y. Quantifying aquaculture derived organic matter in the sediment in and around a coastal fish farm using stable carbon and nitrogen isotope ratios[J]. *Aquaculture*, 2006, 254: 411-425.
- [11] 蒋增杰, 方建光, 毛玉泽, 等. 海水鱼类网箱养殖对沉积环境的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2007, 26(1): 75-80.
- [12] WU R S S, LAM K S, MACKAY D W, et al. Impact of marine fish farming on water quality and bottom sediment: A case study in the sub-tropical environment[J]. *Marine Environmental Research*, 1994, 38(2): 115-145.
- [13] 吕兑安, 程杰, 莫微, 等. 海水养殖污染与生态修复对策[J]. *海洋开发与管理*, 2019, 11: 43-48.
- [14] WANG R, ZHANG Y X, XIA W T, et al. Effects of aquaculture on lakes in the central Yangtze River Basin, China, I. Water Quality[J]. *North American Journal of Aquaculture*, 2018, 80(3): 322-333.
- [15] 刘国锋, 徐跑, 吴霆, 等. 中国水产养殖环境氮磷污染现状及未来发展思路[J]. *江苏农业学报*, 2018, 34(1): 225-233.
- [16] 黄小平, 黄良民, 谭烨辉, 等. 近海赤潮发生与环境条件之间的关系[J]. *海洋环境科学*, 2002, 21(4): 63-69.
- [17] 宗虎民, 袁秀堂, 王立军, 等. 我国海水养殖业氮、磷产量的初步评估[J]. *海洋环境科学*, 2017, 36(3): 336-342.
- [18] 孙猛, 魏代艳, 赵吉睿, 等. 天津市海水养殖废水排放的分别及水质评估[J]. *江苏农业科学*, 2020, 48(19): 263-268.
- [19] 崔毅, 陈碧娟, 陈聚法. 黄渤海海水养殖自身污染的评估[J]. *应用生态学报*, 2005, 16(1): 180-185.
- [20] YANG P, LAI D Y F, JIN B S, et al. Dynamics of dissolved nutrients in the aquaculture shrimp ponds of the Min River estuary, China: Concentrations, fluxes and environmental loads[J]. *Science of The Total Environment*, 2017, 603/604: 256-267.
- [21] 曾容, 刘婕, 许艳, 等. 海洋生态保护红线存在问题及评估调整建议[J]. *海洋环境科学*, 2021, 40(4): 576-581.
- [22] 赵琪. 罗氏海盘车危害及其防治策略[J]. *水产养殖*, 2021, 5: 62-64.
- [23] 王宗灵, 傅明珠, 肖洁, 等. 黄海浒苔绿潮研究进展[J]. *海洋学报*, 2018, 40(2): 2-13.
- [24] LIU D Y, KEESING J K, XING Q G, et al. World's largest macroalgal bloom caused by expansion of seaweed aquaculture in China[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2009, 58(6): 888-895.
- [25] LIU D Y, KEESING J K, HE P M, et al. The world's largest macroalgal bloom in the Yellow Sea, China: formation and implications[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2013, 129: 2-10.
- [26] KEESING J K, LIU D Y, FEARNES P, et al. Inter-and intra-annual patterns of *Ulva prolifera* green tides in the Yellow Sea during 2007-2009, their origin and relationship to the expansion of coastal seaweed aquaculture in China[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2011, 62(6): 1169-1182.
- [27] WANG Z L, XIAO J, FAN S L, et al. Who made the world's largest green tide in China? —an integrated study on the initiation and early development of the green tide in Yellow Sea[J]. *Limnology and Oceanography*, 2015, 60(4): 1105-1117.
- [28] LIU F, PANG S J, CHOPIN T, et al. Understanding the recurrent large-scale green tide in the Yellow Sea: temporal and spatial correlations between multiple geographical, aquacultural and biological factors[J]. *Marine Environmental Research*, 2013, 83: 38-47.
- [29] PEDERSEN M F, BORUM J. Nutrient control of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements and uptake[J]. *Marine Ecology Progress Series*, 1997, 161: 155-163.
- [30] LI H M, ZHANG C S, HAN X R, et al. Changes in concentrations of oxygen, dissolved nitrogen, phosphate, and silicate in the southern Yellow Sea, 1980-2012: sources and seaward gradients[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2015, 163: 44-55.