

浒苔绿潮灾害治理长效机制的对策研究

银红梅, 房学祥

(青岛市科学技术信息研究院, 山东 青岛 266003)

摘要:浒苔绿潮连续 15 年侵袭黄海海域,对海洋生态环境造成严重影响。如何更好地发挥“跨区域浒苔绿潮灾害联防联控机制”的作用,实现浒苔绿潮灾害防控目标,是摆在苏鲁两省政府面前亟待解决的艰巨任务。基于浒苔绿潮灾害趋于常态化的现状,对浒苔绿潮灾害的影响及灾害防控中存在的问题进行深入研究,借鉴国内外成功的生态补偿机制,主要提出“开展跨区域浒苔绿潮灾害生态补偿机制”的对策建议,并从当前和长远发展提出完善浒苔绿潮灾害治理的长效机制。

关键词:浒苔灾害;跨区域;生态补偿;长效机制;黄海

中图分类号:X55 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)11-0245-04

浒苔是绿藻门的一种大型海藻,无毒,可食用,易于漂浮生长。在特定情况下,浒苔一旦形成规模,便会“遮海蔽日”,抑制其他水生植物对溶解氧的吸收,破坏生态平衡。浒苔爆发还会严重影响景观,干扰旅游观光和水上运动的进行。国外已经把浒苔一类的大型绿藻爆发称为“绿潮”,视作和赤潮一样的海洋灾害。浒苔绿潮连续 15 年侵袭黄海海域,严重影响沿海海洋生态系统并造成巨大的经济损失。因此,研究浒苔绿潮灾害的影响及灾害防控中存在的问题并积极采取有效对策,对完善浒苔绿潮灾害治理机制、保护海洋生态环境具有现实意义。

1 浒苔绿潮灾害的影响及成因

1.1 浒苔绿潮灾害的影响

每到夏季,在富营养化程度较高、洋流较缓的海域,浒苔就会迅速繁殖形成绿潮。2007 年以来,浒苔绿潮连续侵袭黄海海域,已演变成海洋生态灾害,山东省青岛、日照等海域深受其害。

一是严重破坏近岸海域生态。浒苔绿潮在海面上迅速增殖,在富营养海区日增长量达 30%,大面积遮挡海面,降低浮游植物光合作用(图 1)。如未能及时打捞,浒苔死亡后沉入海底,分解过程消耗氧气的同时,产生大量氨氮,加剧近海富营养化,形成恶性循环。浒苔大量增殖还会抑制其他海洋生物的生长繁殖,降低生物多样性,破坏生态系统

稳定^[1]。海岸线个别地方浒苔腐烂发臭,污染近岸海水和沿岸环境。近年青岛市平均每年浒苔打捞清理量约 55.8 万 t,2021 年高达 145.3 万 t。

二是直接造成巨大经济损失。国家海洋局发布的《中国海洋灾害公报》显示,2008 年 5—8 月,黄海海域浒苔绿潮造成直接经济损失 13.2 亿元。2009 年浒苔绿潮对山东省造成的直接经济损失达 6.4 亿元^[2]。2016 年青岛市因浒苔绿潮影响,海水养殖业损失高达 48 亿元,加上应急管理费用,总损失近 50 亿元。2015 年以来,青岛市平均每年浒苔处置总费用约 1.8 亿元,2021 年高达 5.9 亿元(图 2)。

三是明显影响文化旅游等产业^[3]。浒苔绿潮暴发时正值每年旅游旺季,大量浒苔占据海水浴场,

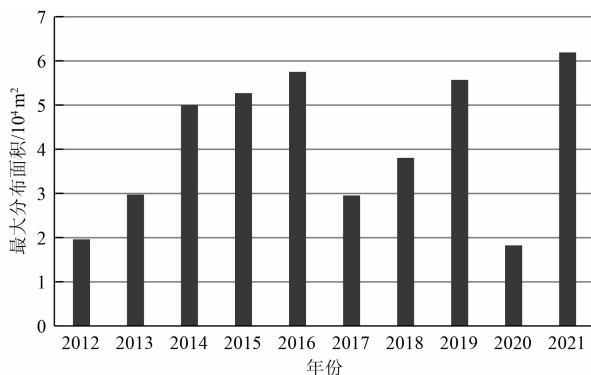


图 1 近十年黄海浒苔绿潮最大分布面积统计

收稿日期:2022-12-30

基金项目:青岛市科技创新战略研究计划(22-3-6-zlyj-1-zhc)。

作者简介:银红梅(1980—),女,山东青岛人,青岛市科学技术信息研究院,副研究员,硕士,研究方向为科技产业发展战略与规划;房学祥(1964—),男,安徽滁州人,青岛市科学技术信息研究院,副研究员,研究方向为技术预见与技术路线图、科技创新评价、科技战略等。

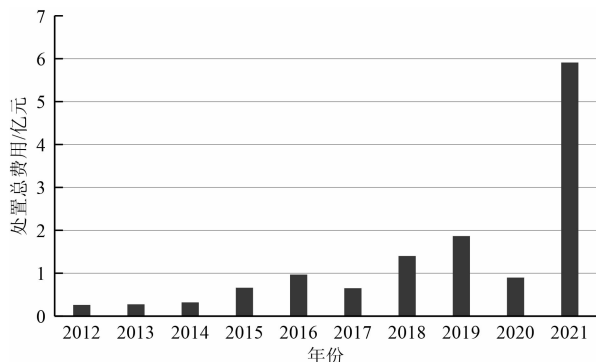


图2 近十年青岛市浒苔处置总费用统计

海岸线个别地方浒苔腐烂发臭,游客无法下海或进行海上娱乐项目。近海浒苔堆积阻塞海上航线,对过往观光船只造成排水孔堵塞、与浒苔中的漂浮物撞击等安全隐患,也对商船进出港和港口作业产生影响。同时,浒苔暴发区域海面环境复杂,给海上搜救工作带来不利影响。

1.2 浒苔绿潮灾害的成因

结合历年卫星和船舶跟踪监测等数据,分析认为,黄海浒苔绿潮暴发的主要原因有3个:一是苏北浅滩紫菜养殖筏架为浒苔增殖提供“温床”^[4]。每年4月中旬,江苏如东、东台等紫菜养殖区开始回收养殖筏架(竹竿),附生的浒苔脱离筏架大量入海,成为绿潮最初来源。二是近海富营养化程度加重。浒苔等大型绿藻生长速度较快,通常需要更高的氮营养盐,黄海南部近岸海域作为中国近海主要富营养化海域之一,为浒苔绿潮暴发提供了重要支撑^[5]。三是季风和洋流带动浒苔绿潮运移^[6]。受北太平洋低纬度区域顺时针洋流和夏季东南季风影响,浒苔绿潮从黄海南部向北漂移,加之夏季海水温度较高,促进浒苔在漂移过程中不断增加面积和密度,到达青岛等海域时达到峰值,青岛海岸有效阻挡了浒苔继续北漂,对威海等地影响较小,但也加重了青岛的灾情。

2 浒苔绿潮灾害防控中存在的问题

2016年5月,由国家海洋局牵头,联合江苏省、山东省及青岛市等省市部门,建立黄海跨区域浒苔绿潮灾害联防联控工作机制,并成立工作协调组。在此机制下,山东省采取了一系列积极应对措施。一是健全组织领导体系。2009年青岛市成立海洋大型藻类灾害专项应急指挥部,2021年山东省成立了浒苔绿潮灾害应急处置指挥部,统筹省、市浒苔处置工作。二是加强浒苔监视监测。建立“空、天、海、陆”四位一体监视监测体系,采用高分辨率卫星遥感、船舶巡航等多种手段,对浒苔的分布、漂移路

径等开展监测预警,为精准处置提供依据。三是建立常态化处置模式。青岛市组建应急打捞船队,在重点海域布设拦截网,建立浅海保洁和上岸浒苔清理队伍,严守近海防御打捞、重点海域拦截、浅海及岸边清理“三道防线”。2021年还创新开展浒苔腐熟后外海投放处置方式。总体看来,防控工作取得一定成效,但仅靠山东省和青岛市力量难以从根本上实现系统治理。联防联控机制建立后,每年仍发生浒苔绿潮灾害,特别是2021年黄海浒苔灾害规模达历史峰值,防控举措仍需改进(图3)。

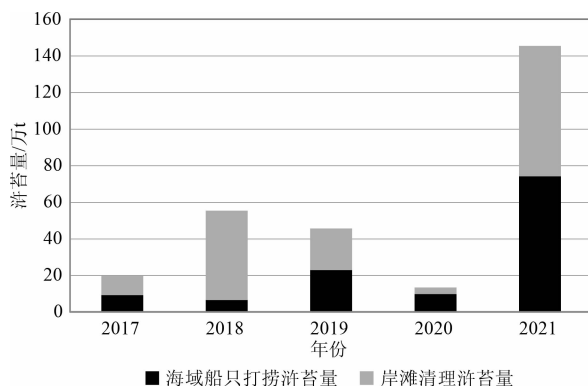


图3 近五年青岛市浒苔打捞清理量统计

2.1 源头治理还需持续用力

2019年11月至2020年7月,自然资源部与江苏省在苏北紫菜养殖区开展了浒苔绿潮防控试验,通过实施定期除藻作业、提前回收养殖筏架(竹竿)、清理非法养殖活动、前置打捞等防控手段,浒苔绿潮持续的时间和规模均远小于往年。2021年,自然资源部在江苏继续开展浒苔绿潮灾害处置溯源工作,但由于4月底的强对流天气,造成苏北浅滩堆积的大量紫菜养殖筏架被冲散到海中,筏架上附着浒苔形成漂浮种源,在富营养化严重的黄海南部近海迅速增殖形成绿潮,侵袭山东海域,最大分布面积达6.2万km²,是2020年的3.4倍,给山东省生态环境、经济社会发展造成严重影响。源头治理是一个复杂过程,综合分析灾害成因及历年情况,苏北浅滩紫菜养殖生产亟须建立长效管控机制。

2.2 跨区域联防联控机制还需加强

前期,浒苔绿潮灾害防控工作统一组织管理和沟通协调取得一定成效,但对早期灾害的提前干预有待增强,对苏北浅滩紫菜规范养殖监管力度不够,导致筏架及落滩浒苔未及时打捞,造成浒苔大量增殖形成绿潮灾害。目前,自然资源部东海局和北海局分别建立了浒苔灾害应急处置指挥信息综合平台,但平台间信息尚未共享。

2.3 陆源排污监测分析机制有待完善

目前海洋环境监测手段比较丰富、技术相对成熟,但对沿海企业排放废水、入海河流氮磷含量等的监测研究力度不够,涉及近海富营养化的监测数据还没有纳入到浒苔绿潮综合监测分析中来,影响了对浒苔绿潮的精准监测和趋势性预测分析。

3 国内外生态补偿机制

3.1 国外生态补偿机制情况

生态补偿制度作为环境保护领域中一项重要的制度,已得到世界各国政府的高度重视^[7]。美国的生态补偿制度具有较长时间的发展历史。最初是以调节农产品进出口贸易为出发点,在农业经济萧条时期采取休耕制度,以保证农户的收入和正常生活支出,进而以立法形式确立以政府购买为主要支付手段的土地保护性储备计划^[8]。经过 30 多年实践的检验,该计划取得十分良好的效果,使得美国的农业生产环境得到根本改善。此外,美国还建立了基于对被破坏湿地环境的异地补偿理论,通过市场手段,由破坏者负责再建项目。

3.2 国内生态补偿机制情况

3.2.1 皖浙新安江流域生态补偿机制

发源于安徽省黄山山脉、流入浙江千岛湖的新安江,一半以上的入湖水量、60%的集雨面积都在安徽境内,因此上游安徽来水水质对千岛湖水质起到重大影响。2000 年前后,伴随着皖浙两省经济迅速发展,浙皖交界断面水质持续恶化,水体总氮、总磷指标值呈明显上升趋势,到了 2008 年入境断面街口的水质已是 V 类,个别月份总氮指标曾达到劣 V 类。

2011 年 11 月,财政部、环保部等有关部门在新安江流域启动中国首个跨省流域生态补偿机制试点,按照“谁污染谁治理,谁受益谁补偿”的生态补偿原则,“明确责任、各负其责,地方为主、中央监管,监测为据、以补促治”,以 2012—2014 年作为三年(首轮)试点期,在新安江流域上游和下游之间,建立起一个基于“利益共享、责任共担”的跨省流域生态补偿新模式^[9]。设置补偿基金每年 5 亿元,其中中央财政 3 亿元、皖浙两省各出资 1 亿元。年度水质达到考核标准,浙江拨付给安徽 1 亿元,否则相反。“亿元对赌水质”的制度设计,开启了国内跨省流域上下游横向补偿的“新安江模式”。目前,新安江流域生态补偿机制已经完成三轮续约,其中 2020 年,依据新安江流域皖浙两省跨界断面水质监测情况及补偿指数(P),安徽省给予浙江省生态补偿资金 1 亿元,其中黄山市 0.9 亿元、绩溪县 0.1 亿元,

通过 2020 年省与市县结算办理。

3.2.2 豫鲁签订黄河流域首份省际横向生态补偿协议

2021 年 5 月,山东省、河南省签订了《黄河流域(豫鲁段)横向生态保护补偿协议》^[10]。根据协议,水质基本补偿方面,若水质全年均值达到Ⅲ类标准,山东省、河南省互不补偿;水质年均值在Ⅲ类基础上每改善一个水质类别,山东省给予河南省 6 000 万元补偿资金;每恶化一个水质类别,河南省给予山东省 6 000 万元补偿资金。除了水质基本补偿外,还有水质变化补偿:跨省界的刘庄国控断面年度关键污染物[化学需氧量(COD)、氨氮、总磷]指数每同比下降 1 个百分点,山东省给予河南省 100 万元补偿;每同比上升 1 个百分点,河南省给予山东省 100 万元补偿,该项补偿上限为 4 000 万元,两项补偿合起来最高可达 1 亿元。

4 完善浒苔绿潮灾害治理长效机制的对策措施

浒苔绿潮灾害防控是一项系统工程,需要远近结合、综合施策、形成合力。

4.1 当前情境下浒苔绿潮灾害防控的对策建议

一是进一步开展浒苔前置打捞。及时开展前置拦截打捞作业,并在浒苔漂移关键区域增设拦截网,减少浒苔抵岸风险。2022 年山东省成立浒苔绿潮前置打捞现场指挥部,根据每日浒苔分布情况和气象信息研判分析,形成打捞布防图。从 5 月开始沿北纬 35°线(苏鲁两省海域边界线)开展巡航监测打捞。截至 7 月,山东省打捞浒苔约 18.23 万 t,岸滩清理量比 2021 年同期减少 22.45 万 t,同比减少 85.59%,前置打捞效果明显。

二是拓展浒苔处置方式。从近几年处置情况看,浒苔经海船打捞后通过陆域运输,再无害化处置,成本较高、效率较低,容易造成环境二次污染。2021 年青岛市创新开展了浒苔腐熟后外海投放处置方式,减轻了陆域处置压力。经跟踪监测,未对相关海域生态环境产生不良影响。建议对浒苔外海投放处置方式和 2021 年使用的试验性投放区进行确认,同时进一步开展新的防控技术的研发与应用,提高浒苔处置效率。

三是开展跨区域浒苔绿潮灾害生态补偿试点。参照皖浙新安江流域生态补偿机制和豫鲁黄河流域横向生态保护补偿机制做法,争取自然资源部、生态环境部、财政部支持,两省协商,开展两省浒苔绿潮灾害生态补偿试点。按照“谁污染谁治理,谁

受益谁补偿”的生态补偿原则,以“明确责任、各负其责,地方为主、中央监管,监测为据、以补促治,联防联控、纳入结算”为框架,确立首轮三年试点期,在黄海海域建立基于“利益共享、责任共担”的浒苔绿潮灾害生态补偿模式。两省签订“对赌协议”,合理确定补偿机制的基准及补偿标准,灾害防控达到基准等级时,苏鲁两省互不补偿;灾害防控劣于基准等级时,由江苏省补偿山东省;灾害防控优于基准等级时,由山东省补偿江苏省。

4.2 长远视角下浒苔绿潮灾害治理的对策建议

一是加大源头综合防治力度。2020 年,自然资源部在江苏省开展了浒苔绿潮防控试验,浒苔绿潮灾害明显减轻。建议争取自然资源部支持,继续在江苏省开展常态化源头治理,引导相关涉海科研机构和院校,与江苏省紫菜养殖企业进行产学研合作,改善紫菜养殖工艺,研发紫菜养殖新材料附着基,减少养殖设施浒苔绿藻附生。推动江苏省加强除藻作业、回收紫菜养殖筏架等监管工作,督促养殖企业在台风来临前做好紫菜养殖筏架固定,常态化清理非法养殖活动,从源头上控制入海浒苔绿藻初始生物量。争取生态环境部等支持,将黄海海域及岸线浒苔绿潮灾害的源头治理工作,纳入国家污染防治重点任务,作为中央环保督察事项进行重点督查督办。

二是强化联防联控工作机制。在联防联控工作协调组领导下,由山东省组织成立常态化赴苏对接专班,协助江苏开展早期灾害干预处置工作。争取自然资源部支持,赋予自然资源部北海局浒苔灾害应急处置指挥信息综合平台,查阅东海局所辖区域浒苔灾害相关信息权限,强化苏鲁两省灾情动态信息共享。结合灾害情况,在联防联控工作协调组领导下,适时召开浒苔绿潮灾害防控跨省市相关部门联席会、专家研讨会,制定苏鲁两省具体防控对策,突破专属管辖的

限制,推进跨省陆海联防联控,提升防控工作成效。

三是完善陆源排污监测分析机制。目前,山东省建立了针对浒苔绿潮的“空、天、海、陆”四位一体监视监测体系和浒苔漂移生长的精细化预报系统,但对浒苔绿潮综合成因特别是近海富营养化方面的分析还需进一步加强。建议在联防联控机制下,两省协商,争取将两省沿海重点行业企业排放废水、入海河流氮磷含量等监测数据,分别纳入自然资源部北海局、东海局的浒苔灾害应急处置指挥信息综合平台。组织专家加强对黄海海域海水富营养化水平动态评估和综合分析,将其作为预警判断的辅助依据。

参考文献

- [1] 于仁成,孙松,颜天,等. 黄海绿潮研究:回顾与展望[J]. 海洋与湖沼,2018,49(5):942-949.
- [2] 中华人民共和国自然资源部. 中国海洋灾害公报(2008—2020)[EB]. <https://www.mnr.gov.cn/sj/sjfw/hy/gb-gg/zghyzhgb/>.
- [3] 刘佳,张洪香,张俊飞,等. 浒苔绿潮灾害对青岛滨海旅游业影响研究[J]. 海洋湖沼通报,2017,39(3):130-136.
- [4] 颜天,于仁成,周名江,等. 黄海海域大规模绿潮成因与应对策略——“鳌山计划”研究进展[J]. 海洋与湖沼,2018,49(5):950-958.
- [5] 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):1-13.
- [6] 梁宗英,林祥志,马牧,等. 浒苔漂流聚集绿潮现象的初步分析[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2008,38(4):601-604.
- [7] 赵彦泰. 美国的生态补偿制度[D]. 青岛:中国海洋大学,2010.
- [8] 王晓东. 生态补偿机制:美国经验及启示[J]. 世界农业,2015,37(1):48-52.
- [9] 王金南,王玉秋,刘桂环,等. 国内首个跨省界水环境生态补偿:新安江模式[J]. 环境保护,2016,44(14):38-40.
- [10] 曾鸣,李运海,朱琳. 豫鲁签订黄河流域首份省际横向生态补偿协议[N]. 河南日报,2021-5-8(01).

Research on the Long-term Mechanism for Controlling the Green Tide Disaster of *Enteromorpha Prolifera*

YIN Hongmei, FANG Xuexiang

(Qingdao Institute of Scientific and Technological Information, Qingdao 266003, Shandong, China)

Abstract: The green tide of *enteromorpha prolifera* has invaded the Yellow Sea continuously in past 15 years. It has a huge negative impact on marine ecological environment. How to execute “cross-regional *enteromorpha prolifera* green tide disaster prevention and control mechanism” and achieve the goal of disaster prevention and control is an urgent and challenging task for Shandong and Jiangsu provincial governments. Based on the current situation that *enteromorpha prolifera* green tide disaster was prone to normalize, the effect of *enteromorpha* green tide disaster, and the problems existed in prevention and control, and successful ecological compensation mechanism in home and abroad were studied. The countermeasure of “constructing ecological compensation mechanism of *enteromorpha* green tide disaster in the cross-region of Yellow Sea” is proposed. Meanwhile, the long-term mechanism of improving *enteromorpha* green tide disaster management is also suggested in current and future.

Keywords: *enteromorpha* green tide disaster; cross-region; ecological compensation; long-term mechanism; Yellow Sea