

浅谈环渤海地区互花米草(*Spartina alterniflora*) 防治建议

于彩芬¹, 许道艳¹, 邢庆会¹, 上官魁星²,
刘长安¹, 廖国祥¹, 张悦¹

(1.国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023; 2.临沂市生态文明建设服务中心, 山东 临沂 276000)

摘 要:互花米草(*Spartina alterniflora*)已成为我国沿海危害严重的恶性入侵植物,严重威胁海洋生态安全,特别是互花米草入侵对环渤海地区的生态安全构成极大威胁。本文综述了环渤海地区互花米草引种历史和入侵情况,简析了互花米草治理现状和存在问题,提出环渤海各沿海省市应形成联防联控机制,建立完善的“监测+预警”管理体系,制定互花米草分区防治措施,形成“最优治理决策支持系统+综合去除技术+去除后长效维持技术”三位一体的互花米草“长效治理”技术与管理体制,同时加快互花米草利用的研发进程。

关键词:环渤海地区; 生物入侵; 互花米草; 危害; 防治措施

中图分类号:X55

文献标识码:A

文章编号:1007-6336(2021)06-0903-05

Discussion on prevention and control of invasive *Spartina alterniflora* in Bohai rim region

YU Cai-fen¹, XU Dao-yan¹, XING Qing-hui¹, SHANGGUAN Kui-xing²,
LIU Chang-an¹, LIAO Guo-xiang¹, ZHANG Yue¹

(1.National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China; 2.Ecological Civilization Construction Service Center of Linyi, Linyi 276000, China)

Abstract: *Spartina alterniflora* was a catastrophic invasive plant species along the coast of China, and it has seriously threatened marine ecological security, especially in Bohai rim region. Our present research reviews the history of *Spartina alterniflora* introduction, the status of invasion and the treatment in these area. Moreover, our research implied that the following measures should be considered in joint prevention and control mechanism to control *Spartina alterniflora* for all coastal provinces and municipalities. First, a consummate monitoring and precaution supervision system should be established in preventing the *Spartina alterniflora* invasion at our target area. Second, long-term governance system which included zoning prevention and control measures, comprehensive removal and long-term maintenance techniques, and optimal governance decision supports should be integrated in the comprehensive consideration during the project implementation. Additionally, the future research should give priority to the *Spartina alterniflora* development and utilization.

Key words: Bohai rim region; biological invasion; *Spartina alterniflora*; hazard; prevention and control

收稿日期:2021-07-20, 修订日期:2021-09-14

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC1406401); 辽宁省博士科研启动基金计划项目(2020-BS-291); 山东省海洋生态修复重点实验室开放基金项目(201914); 国家环境保护近岸海域生态环境重点实验室基金项目:“国家公园体制机制研究”(201816)

作者简介:于彩芬(1988—),女,工程师,硕士,主要从事滨海植物及外来物种入侵研究, E-mail: yucaifen25@163.com

通讯作者:刘长安(1970—),男,研究员,博士,主要从事海洋生态环境保护研究, E-mail: lcahit@126.com

外来物种入侵对本土生物、环境的影响巨大,甚至会使本土原本完好的生态系统遭到破坏。互花米草是自美国东海岸引入我国沿海的多年生盐沼植物^[1],2003 年,原国家环保总局联合中国科学院将互花米草列入了中国第一批外来入侵物种名单^[2]。近年来,互花米草迅速扩张、泛滥成灾,已影响了从辽宁省到海南省的 11 个沿海省市^[3]。

互花米草为禾本科米草属多年生草本盐沼植物,根系发达、耐盐耐淹,具有繁殖能力强、种群扩张快的特性。但互花米草排挤其他植物,破坏栖息环境,影响滩涂湿地生态系统结构和功能,威胁滨海湿地生物多样性,现已成为我国滨海湿地危害严重的恶性入侵植物,已经严重威胁到滨海湿地生态安全,入侵风险大、防控治理难等问题凸显^[4]。

环渤海滨海湿地是互花米草入侵最严重的区域之一,互花米草严重威胁该区域生态安全,例如,导致黄河三角洲珍稀濒危鸟类数量和多样性严重下降,严重威胁原生盐沼和海草床生态系统,改变潮沟形态,等等。鉴于此,本文简述了环渤海地区互花米草的分布情况和治理现状,并就环渤海地区互花米草防治提出对策建议,以期为管理人员提供可参考的互花米草防治措施。

1 环渤海地区互花米草分布

1.1 互花米草引种

1979 年 12 月,仲崇信教授等学者从美国引入互花米草,试种成功后陆续向沿海地区推广,环渤海地区具体引种互花米草时间见表 1。20 世纪 80 年代,为了保滩护岸,环渤海地区首次引种互花米草,辽宁葫芦岛牛营子村和山东黄河三角洲^[5]均引种了互花米草。20 世纪 90 年代初,环渤海沿海省市开始陆续引种互花米草,例如,山东东营仙河镇五号桩滩涂于 1990 年引种互花米草^[6];天津于 1997—2000 年在滨海新区所

辖的塘沽、汉沽、八一盐场等临海一侧,种植了部分互花米草^[7];河北于 1998 年开始从天津引种互花米草,种植于张巨河和歧口河滨海湿地^[1]。

1.2 互花米草分布

经过 40 多年的发展,现在互花米草基本遍及渤海西南部的沿海地区,已成为环渤海地区危害最严重的外来入侵物种之一。

在收集资料的基础上,本研究组于 2018 年以环渤海滨海湿地作为调查区域,采用样方法对互花米草分布情况开展了野外调查,发现有互花米草的点位如图 1 所示。环渤海地区互花米草主要集中在河北、山东和天津,辽宁省互花米草仅分布于葫芦岛牛营子村滨海路右侧。

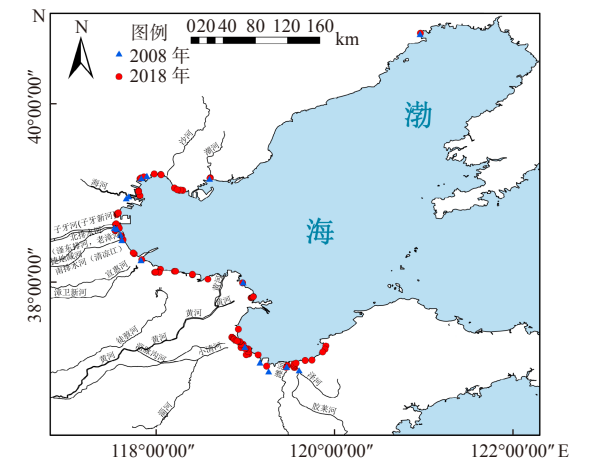


图 1 环渤海地区互花米草分布
Fig. 1 Distribution of *Spartina alterniflora* in the Bohai rim region

河北省互花米草主要分布于唐山市和黄骅市滨海湿地区域。唐山市大片的互花米草集中在曹妃甸南堡油田人工岛的右侧,双龙河西侧有零星互花米草分布,呈斑块状,面积较小。黄骅市大片的互花米草主要集中在冯家堡村,冯家堡港、南排水河和后唐堡村附近也存在互花米草入侵现象,但面积较小,处于入侵初期。

天津市互花米草遍布整个滨海新区的滨海湿地,在航母公园北侧、游艇港、马棚口村子牙新河南侧、独流减河附近、北排水河河口北侧等地均有大片互花米草分布,并存在扩张趋势。在东疆港附近发现有零星互花米草分布,与芦苇

表 1 环渤海地区互花米草引种历史

Tab.1 Introduction of *Spartina alterniflora* in the Bohai Rim Region

省份	辽宁	天津	河北	山东
引种时间	20世纪80年代	1997—2000年	1998年	1990年

(*Phragmites australis*)混生,出现侵占本地植物生态位等潜在危害。

山东省(渤海区域)互花米草在滨州、东营、潍坊、烟台4市均有分布。滨州市互花米草主要分布于套尔河(徒骇河)西岸,呈条带状,并伴随多处新生小斑块,呈扩张趋势,在滨州港、无棣县宣惠河和漳卫新河(大口河)交汇入海口、潮河入海口、湾湾沟入海口处有零星互花米草分布。东营市互花米草主要分布于五号桩、黄河入海口两侧、老黄河入海口(刁口河入海流路的河口处)北侧、小清河西岸等地,分布范围均较大,在老黄河入海口大片的互花米草沿着潮沟呈条带状分布,同时与盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)混生。在东营市小清河西岸,由于互花米草的入侵,本地植物芦苇消失、河道变窄。在东营市的刁口港右侧也有互花米草零星分布。东营市广饶县互花米草主要分布于广饶沙蚕海洋特别保护区、淄脉河河口东岸、广利河与淄脉河交汇处,范围较大,在淄脉河的支流也有少量的互花米草与芦苇混生。寿光市的赋海港附近、小清河东侧、寿光港东侧海堤、广利河东岸均分布有大片的互花米草,在广利河东岸互花米草与芦苇、蘆草(*Scirpus triqueter*)混生,在淄脉河与小清河之间有零星互花米草分布。昌邑市的淮河口中段也发现了互花米草。潍坊市的潍河口东岸、潍河西岸潮沟均有大片互花米草分布,在虞河西岸、老河口东岸、新弥河河口东侧有零星互花米草分布。莱州市赋海港附近有互花米草分布,在朱由2村养殖场潮沟、朱旺村海滩、海庙口、薛村河口、东风盐场、胶莱河口等地也发现了互花米草。

将本次互花米草分布的调查数据与本研究成果2008年实地调查数据进行了对比分析(图1),结果表明,近10年来,环渤海地区互花米草分布范围明显扩大,2018年互花米草分布范围基本涵盖整个渤海湾和莱州湾的沿海滩涂。互花米草入侵已经蚕食了环渤海滨海湿地本土植物盐地碱蓬、芦苇、海草等的栖息环境,使本土植物面积缩小^[8-9]。同时,水鸟栖息地也受到一定程度的影响^[10]。

2 环渤海地区互花米草治理

2.1 治理现状

环渤海地区沿海省市治理互花米草工作取得了积极进展。山东省及其部分地级市先后印发了《山东省互花米草防治实施方案》《滨州市防治互花米草工作方案》《东营市互花米草防治工作方案》,同时编制出台《山东省互花米草治理技术手册(试行)》,这些政策法规和技术标准明确了互花米草治理的工作目标,提出了3~5年治理期的行动方案、路线图和时间表,为互花米草治理工作提供了坚实保障。环渤海地区在互花米草治理方法的选择上存在省际差异,山东省互花米草治理以物理方法为主,天津市和河北省以化学方法为主。2020年,山东黄河三角洲滨海湿地采用贴地刈割、刈割+翻耕、刈割+梯田式围淹等物理方法^[11],在小区域开展了治理互花米草工程示范,一次性灭草超过90%,取得了较好的控制效果^[12]。2018年,河北唐山滦南南堡湿地采用喷施除草剂高效盖草能(主要成分高效氟吡甲禾灵)、灭草烟(主要成分咪唑烟酸)等化学方法治理互花米草,治理面积12 ha,互花米草枯死率达95%以上^[13]。2016年起,天津市开始采用喷施滩涂互花米草除控制剂^[14]的化学方法,截至2019年,累计治理面积376.67 ha^[15-16]。

2.2 存在问题

由于互花米草种子既可随风传播,也可随沿岸流远距离传播,同时还可借助多种人为方式,如船只、港口及部分陆上运输等无意传播^[17],因此,互花米草在环渤海地区存在跨省市扩散、传播的可能。目前,环渤海地区互花米草治理工作是由各省市单独开展,甚至有部分地市,如昌邑、广饶等市县还未开展相应治理工作,这将会导致环渤海地区互花米草已治理完成的省市在治理后再次遭受互花米草的入侵,致使人力、物力、财力的重复性浪费。

除草剂属于农药,具有较强的毒性。河北省和天津市采用施用除草剂的化学方法治理互花米草会对环渤海地区其他物种产生潜在危害,对渤海生态环境造成一定负面影响。如在山东黄河三角洲施用高效盖草能(主要成分高效氟吡甲

禾灵)、陶氏益农稻杰(主要成分五氟磺草胺)、芦飞高效氟吡甲禾灵(主要成分高效氟吡甲禾灵)、巴斯夫百垒通(主要成分甲咪唑烟酸)、谷草净(主要成分单嘧磺隆)、芦田农资草铵膦(主要成分草铵膦)、锄洁二氯喹啉酸(主要成分二氯喹啉酸)、草甘膦异丙胺盐(主要成分草甘膦)、20% 氰氟草酯水乳剂-芭乐(主要成分氰氟草酯)等9种除草剂进行的小区域治理互花米草野外试验研究发现,施用除草剂的试验区内螃蟹数量显著减少^[18]。美国环保局 ECOTOX 数据库^[19]收录的毒性数据亦显示,短期暴露条件下除草剂对不同营养级的海洋生物具有一定的急性毒性,较低浓度的除草剂长期暴露也会造成一定的生态风险。如草甘膦对海洋浮游动物糠虾(*Americamysis bahia*)的96 h 半致死浓度 LC_{50} 为40 mg/L,三刺鱼(*Gasterosteus aculeatus*)幼鱼暴露于0.1 mg/L 草甘膦42天后,其生长和发育受到显著不利影响。

3 环渤海地区互花米草防治建议

3.1 建立互花米草监测预警体系

调查和监测是掌握互花米草本底和变化趋势的基本手段,不仅可准确把握互花米草的分布和危害,还能定量评估互花米草的入侵风险^[20]、造成的生态后果及其经济损失等情况。同时,由于互花米草一旦成功定植,要彻底铲除异常困难,而且费时费力,耗资大,对其潜在扩散范围及危害进行早期预警分析,对于管理互花米草至关重要。因此,环渤海地区各沿海省市应加强互花米草的调查、监测、评估和预警等工作,不仅可以为制定管理决策提供基本保障,也是综合治理互花米草的重要依据。

3.2 制定互花米草分区防治措施

环渤海地区是互花米草防治的重点区域,在实际防治中,要因地制宜地选择合适的方法来治理互花米草。在治理入侵时间短、分布范围较小的互花米草时,应采取人工拔除、翻耕、碎根、覆盖遮荫等物理防治法^[21-22],或者采取刈割+翻耕、刈割+遮荫等综合物理防治法^[23-24]。在治理入侵时间久、分布范围大的互花米草时,应借助合适的机械,在营养生长期进行刈割^[22,25]或者采

取刈割+淹水的综合方法^[26-27];在潮汐频繁浸淹的区域,采取围堰+淹水的方法,且淹水深度要超过互花米草株高^[28]。也可在物理方法治理后,科学合理地选择种植替代植物的生物替代法,并同步开展修复后的健康监测和成效评估,不仅可以去除互花米草,还可以修复并恢复原生湿地生态系统。与此同时,无论采取何种治理措施,都必须防止互花米草的二次入侵,在互花米草治理时,需要联合临近地区开展互花米草的联防联控,控制再次传播,并彻底清除互花米草残存斑块,防止二次入侵^[29],最大限度地保护渤海滨海湿地生态系统,维护渤海生态安全。

3.3 加快互花米草利用研发进程

对遭受大范围互花米草入侵的滨海湿地,要想根除互花米草异常困难,而且费时费力、耗资大,因此,在控制互花米草扩张速度和规模的同时,环渤海地区各沿海省市应与相关科研机构或者高校等联合,加强对互花米草的开发利用研究,尤其是高值化利用,比如挖掘其药用价值,或利用其抗盐基因培育耐盐作物。国内已开展了一些互花米草应用的研究,例如,以互花米草为原料开发饲料,生产沼气^[30]、生物炭^[31],在互花米草中提取功能性成分作为天然添加剂或用以制药^[32],等等,可以借鉴这些研究成果,增加互花米草的经济效益,在治理互花米草的同时“变害为宝”。

参考文献:

- [1] 关道明,刘长安,左平. 中国滨海湿地米草盐沼生态系统与管理[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
- [2] 原国家环保总局, 中国科学院. 关于发布中国第一批外来入侵物种名单的通知[EB/OL]. [2020-11-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62285.htm.
- [3] ZHANG D H, HU Y M, LIU M, et al. Introduction and spread of an exotic plant, *Spartina alterniflora*, along coastal marshes of China[J]. *Wetlands*, 2017, 37(6): 1181-1193.
- [4] 农业农村部, 自然资源部, 生态环境部, 等. 关于印发进一步加强外来物种入侵防控工作方案的通知[EB/OL]. [2021-02-25]. http://www.kjs.moa.gov.cn/hbny/202102/t20210204_6361148.htm.
- [5] 田家怡, 钦佩. 黄河三角洲米草入侵与防治技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [6] 赵彩云, 李俊生, 赵相健. 中国沿海互花米草入侵与防控管理[M]. 北京: 科学出版社, 2015.

- [7] 曹大正, 王银生, 张冬然, 等. 互花米草在吹填筑挡工程上的试验与应用[J]. *中国工程科学*, 2005, 7(7): 14-23.
- [8] 杨俊芳. 现代黄河三角洲入侵植物互花米草遥感监测与分析[D]. 东营: 中国石油大学(华东), 2017.
- [9] 马旭, 王安东, 付守强, 等. 黄河口互花米草对日本鳗草 *Zostera japonica* 的入侵生态效应[J]. *环境生态学*, 2020, 2(4): 65-71.
- [10] 孙晓宇. 天津市北大港湿地自然保护区保护现状及对策建议[J]. *天津农林科技*, 2021 (2): 33-35.
- [11] 谢宝华, 韩广轩, 吕卷章, 等. 一种梯田式围淹加刈割综合治理互花米草的方法: 中国, 201910576431.5[P]. 2019-09-24.
- [12] 中国海洋湖沼学会. 中国科学院海洋大科学中心建立互花米草治理关键技术体系, 助推黄河三角洲湿地生态系统保护 [EB/OL]. [2021-07-19]. https://www.sohu.com/a/429969495_99896183.
- [13] 河北省林业厅. 河北省滦南南堡湿地开展互花米草除治试验 [EB/OL]. [2021-07-19]. <https://www.forestry.gov.cn/main/4572/20180824/143844407219705.html>.
- [14] 许珠华. 福建治理互花米草试验研究[J]. *海洋环境科学*, 2010, 29(5): 767-769.
- [15] 天津北大港湿地自然保护区管理处. 管理中心技术人员查看滩涂湿地互花米草治理情况 [EB/OL]. [2021-07-19]. <http://www.bhsdbh.org/index.php?a=show&c=index&catid=42&id=855&m=content>.
- [16] 天津滨海新区林业服务中心. “2018年北大港湿地互花米草治理项目”通过了专家组验收 [EB/OL]. [2021-07-19]. <http://www.bhsdbh.org/index.php?a=show&c=index&catid=12&id=580&m=content>.
- [17] 李加林, 杨晓平, 童亿勤, 等. 互花米草入侵对潮滩生态系统服务功能的影响及其管理[J]. *海洋通报*, 2005, 24(5): 33-38.
- [18] 乔沛阳, 王安东, 谢宝华, 等. 除草剂对黄河三角洲入侵植物互花米草的影响[J]. *生态学报*, 2019, 39(15): 5627-5634.
- [19] United States Environmental Protection Agency. ECOTOX knowledgebase [DB/OL]. [2021-07-20]. <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>.
- [20] 谢宝华, 韩广轩. 外来入侵种互花米草防治研究进展[J]. *应用生态学报*, 2018, 29(10): 3464-3476.
- [21] 李贺鹏, 张利权. 外来植物互花米草的物理控制实验研究[J]. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2007 (6): 44-55.
- [22] 谷兴华, 廖宝文, 朱宁华, 等. 遮荫对互花米草生长影响的初步研究[J]. *中国森林病虫*, 2010, 29(3): 34-36, 39.
- [23] 赵相健, 柳晓燕, 宫璐, 等. 刈割加遮荫综合治理互花米草 (*Spartina alterniflora*) [J]. *生态学杂志*, 2014, 33(10): 2714-2719.
- [24] 谭芳林. 机械法治理互花米草效果及其对滩涂土壤性状影响研究[J]. *湿地科学*, 2008, 6(4): 526-530.
- [25] GAO Y, TANG L, WANG J Q, et al. Clipping at early florescence is more efficient for controlling the invasive plant *Spartina alterniflora* [J]. *Ecological Research*, 2009, 24(5): 1033-1041.
- [26] 谢宝华, 王安东, 赵亚杰, 等. 刈割加淹水对互花米草萌发和幼苗生长的影响[J]. *生态学杂志*, 2018, 37(2): 417-423.
- [27] GAO Y, YAN W L, LI B, et al. The substantial influences of non-resource conditions on recovery of plants: a case study of clipped *Spartina alterniflora* asphyxiated by submergence [J]. *Ecological Engineering*, 2014, 73: 345-352.
- [28] 袁连奇, 张利权. 调控淹水对互花米草生理影响的研究[J]. *海洋与湖沼*, 2010, 41(2): 175-179.
- [29] ZHAO Z Y, YUAN L, LI W, et al. Re-invasion of *Spartina alterniflora* in restored saltmarshes: seed arrival, retention, germination, and establishment [J]. *Journal of Environmental Management*, 2020, 266: 110631.
- [30] 覃盈盈, 梁士楚. 外来种互花米草在广西海岸的入侵现状及防治对策[J]. *湿地科学与管理*, 2008, 4(2): 47-50.
- [31] XIA H J, KONG W J, LIU L S, et al. Resource utilization conditions as biochar of an invasive plant *Spartina alterniflora* in coastal wetlands of China [J]. *GCB Bioenergy*, 2020, 12(8): 636-647.
- [32] 钦佩. 互花米草与人体健康关系研究进展[J]. *中国野生植物资源*, 2019, 38(5): 70-73.