

中国海岸带外来植物物种影响分析*

——以大米草与互花米草为例

左平¹ 刘长安²

(1. 南京大学地理与海洋科学学院 南京 210093; 2. 国家海洋局海洋环境监测中心 大连 116023)

摘要 外来物种所引起的生物入侵一直是近年来环境问题研究的热点。毫无例外,在互花米草于2003年被列入入侵物种名单后,也引起了互花米草的生态效应研究的热潮。文章主要分析了大米草和互花米草在我国的引种背景;米草的最初引种目的,以及其生态位等。基于大米草在我国海岸已基本完全退化,这里主要就互花米草在我国的现状以及其所引起的正负生态效应进行分析。

关键词 外来物种;大米草;互花米草;中国海岸带

生物入侵是指某种生物从原来的分布区域扩展到一个新的地区,并在新的区域里繁殖后代、扩散并维持下去^[1]。“生物入侵”已被公认是除生境破坏之外造成生物多样性丧失的又一重要因素,它对生态系统的结构和功能的影响已引起全球的高度重视^[2]。这里首先需要明确外来物种和入侵物种的概念。生活中的外来物种很多,如葡萄、石榴、西红柿、胡萝卜、烟草等。因此,并不是所有的外来物种都是入侵种。其次,需要界定什么样的外来物种容易成为入侵物种。第三,对于一个特定的入侵物种来说,什么样的群落更容易入侵?

国家环保总局于2003年发布了中国第一批外来入侵物种名单,互花米草名列其中。互花米草作为入侵物种主要表现于以下4点:①破坏近海生物栖息环境,影响滩涂养殖;②堵塞航

道,影响船只出港;③影响海水交换能力,导致水质下降,并诱发赤潮;④威胁本土海岸生态系统,致使大片红树林消失。但在众多的研究数据中,互花米草的危害并没有如此严重。基于工作过程中的一些经验和认识,在这里主要分析外来物种大米草和互花米草的生态效应,希望对米草属植物在我国备受争议的现状有所帮助。

一、大米草与互花米草的引种

基于保滩护岸、促淤造陆、改良土壤以及绿化海滩、改善海滩生态环境等目的,南京大学仲崇信教授等人于1963—1964年间,先后从英国、丹麦引进了大米草(*Spartina anglica*);又于1979年自美国东海岸引进了互花米草(*Spartina alterniflora*)^[3]。

* 本研究受国家自然科学基金(40606025)和国家海岸带“908”调查专项资助。

大米草是米草属中的多年生植物,天然分布于英国南部海岸,有不育种(*Spartina townsendii*)和结籽种(*Spartina anglica*)两个品种。法国人 Foucaud 于 1897 年根据形态学特征推论大米草是以欧洲米草为父本、美国互花米草为母本的天然杂交种^[4]。我国引进的大米草为结籽种。据统计,截至 1979 年底,我国大米草分布面积达 33 000 hm²^[5],其分布区域北至辽宁省盘山县,南到广东省电白县。大米草地上部分的植株高度,主要取决于潮间带的滩面高程、坡度、沉积物粒径等生境条件。一般情况下,大米草株高 20~30 cm,生境好的地段,株高可达 70~80 cm,最高可达 100 cm 以上,大米草在海拔 3.0 m 处长势最好^[6]。但是,大米草植株矮小,在我国海岸带种植后退化非常严重。目前仅在江苏、山东、辽宁、广东等少数地方发现还有少量大米草存活^[7]。

虽然大米草在种植后的几年内会出现面积扩散现象,但整体上在我国海岸带的存活率比较低,衰退现象明显。正是基于这种情况,1979 年从美国引入植株高大、粗壮的互花米草。这种植物在较高盐度(35 左右)的海水中生长良好,在盐度为 10~20 之间时可达最高生长量,其高度一般在 100 cm 以上,最高可达 300 cm。植株在高程 2.0~3.5 m、坡度 1:25 时扩散最快^[8]。适宜生长的气候以温带最好。目前,在我国海岸潮间带生长的先锋植物主要是互花米草。而根据近年来的不完全统计,互花米草面积已发展至 5 万 hm² 以上,形成了可观的盐沼植被。具有极强的耐盐、耐淹、耐淤埋、无性繁殖能力强、生命力旺盛、扩散快等生理生态学特性。

二、大米草与互花米草的生态位

大米草与互花米草均是耐盐、耐淹的高等海洋植物,其生境范围位于海滩高潮带下部至中潮带上部^[9]。其在高潮带内长势最好,易形成草带,

中潮带和低潮带的长势依次减弱^[10]。米草属植物与其周围环境一起被称为盐沼植物群落,为海洋三大高等植物群落之一^[11]。在米草植物引种以前,除南亚热带以南有红树林沼泽和海草群落分布外,我国中亚热带以北的高潮带下部的潮间带滩涂是没有高等植物分布的。换句话说,大米草和互花米草是在“空生态位”上引种成功的。正是因为其生态位与盐蒿等盐生植物不重叠,从而回避了种间竞争。当然,在盐度较低的受河口影响的区域,也存在互花米草与蘆草、芦苇等植物混生的情况^[12];在南亚热带以南的滨海滩涂上,可能存在禾本科的米草入侵生树林生境的现象,但需要进一步的数据验证。范航清等研究发现,在红树植物群落和互花米草共同分布的地段,当林分较稀疏时存在红树林植物天然更新幼草和以地下茎蔓延的互花米草对生存空间的竞争^[13]。一旦红树林的高度超过互花米草时,红树林的生长不再受到互花米草的明显影响。但互花米草仍会与低矮的红树植物幼草竞争阳光和养分。

不可否认,如果忽略外来物种大米草和互花米草对我国海滨湿地生态系统的结构和功能的影响,单纯从保滩护岸、促淤造陆、改良土壤以及绿化海滩的角度来说,大米草和互花米草是一种优秀的植物种质资源^[14]。既然米草群落已经占据了潮间带的“空生态位”,在根除极其困难的情况下,我们还是可以从学术的角度讨论该种生物在生态系统中的功能和作用,即米草占据的空间及其空间与周围群落错综复杂的关系,以及对其他生物群落的影响等。从而进一步探讨互花米草是否可以达到改善海滩生态环境的目的。

三、大米草与互花米草的生态效应分析

鉴于大米草在我国海岸已极度退化,这里的生态效应分析主要是指互花米草的生态效应。

(一)正效应分析

(1) 米草的有机碎屑是许多近海渔场存在的基础^[15]。互花米草滩海水中有有机碎屑的 95% 来自互花米草,并为底栖动物所利用^[16]。在美国东部,由于开发需要,损坏了米草植被的海区,天然水产(主要是鱼虾)产量下降了 70%~80%^[17]。大型水生植物互花米草通过光合作用为近海水域(尤其是河口湾)的消费者提供营养物质,同时消耗掉大量养料以减缓赤潮的发生;互花米草枯死后的有机碎屑又可通过微生物的还原作用被植物根部和掘穴动物大量吸收,同时亦可使得营养物质和有机碎屑物增加并输出或外溢到外海^[18]。由此可见,米草的有机碎屑是近海乃至远海食物链的一个非常重要的环节。

(2) 防风抗浪。有关互花米草用于工程护岸已广有研究。种植 200 m 宽的草带可消除 80% 的波高,100 m 宽的草带可消除 60% 以上的波高,40 m 宽的草带(相对波高为 0.6~0.7 m)相当于建筑 2.0 m 高潜坝的消浪效果(为 0.64~0.75 m)^[19]。天津市水利科学研究所的研究认为潮水底层流速衰减率随着互花米草草带宽度的增加而提高。潮水经过 10 m 宽草带时流速平均衰减率为 55%,经过 20 m 宽草带时流速衰减率为 64%,比相同宽度的无护面缓坡提高 27%,比 10 m 宽草带提高 9%。同时,互花米草护坡在减轻潮汐风浪对坡面土体的淘蚀和冲刷方面作用也很大。当潮位在 3 150 m 高程时,仅 10 m 宽的草带波高衰减率就达 4 815%,比无护面缓坡提高了 4 511%,在草带宽度为 20 m 时,波高衰减率可达 6 617%,比 10 m 宽草带的波高衰减率提高了 3 513%,比 10 m 宽无护面缓坡提高了 6 415%^[8]。

(3) 促淤造陆。大米草、互花米草等人工植被可以削弱水流动力,使进出潮滩的水流速度减慢,并使水流产生强烈的紊动,水流携沙能力降低,可以增加 2 倍的促淤量^[20],对滩涂发育具有明显的促淤作用。¹³⁷Cs 测年数据显示,在江苏大

丰王港段,大米草覆盖阶段滩面高程迅速增加,而互花米草的生长又进一步提高了滩面淤积速率^[21]。

(4) 改良土壤。大米草的发达根系使土壤的通透性增强,土壤空隙增加,NH⁴⁺-N 含量降低,有机质含量增高,对土壤有明显改良作用^[22]。同时,海滩上栽种大米草后一般比邻近光滩的有机质含量逐年有所增加,并能有效地控制和减轻土壤返盐程度^[6]。互花米草盐沼对土壤的改良作用更为明显。研究发现:土壤有机质的含量与互花米草生长年数相关程度较高。互花米草盐沼在由海堤向外的水平方向上变化的平均梯度为每 100 米土壤有机质含量减少 0.87 g/kg,垂直方向上的平均梯度为每向下 1 厘米土壤有机质含量减少 0.05 g/kg^[23]。互花米草在 s 增加潮滩盐土植被类型和植被带的宽度的同时,也加速了盐土植被演替的进程^[24],有效地改良了海岸带盐土。

(5) 直接经济效益。米草的植物资源应用开发已经初现成果。如米草生态工程的三级利用(包括米草提取物生物矿质液和米草总黄酮的开发),只是还未能在全国米草区进行推广,经济效益尚不显著^[25-27]。同时,在饲料加工、食用菌原料等方面虽有所进展,但是收效甚微,难以形成规模。另外,由于大米草营养成分较高,英国有在较坚实的海滩或粉沙滩上进行放牧(牛、马、驴、绵羊、猪等),已有 50 余年的历史。

(二)负效应分析

有关互花米草的负面报道很多,主要有以下几点。

(1) 生物多样性降低。互花米草引种必然导致海岸带生态系统结构和功能的改变。如米草的存在可能使潮间带不适宜作为某些野生动物的栖息地。在盐城国家级珍禽自然保护区,由于互花米草带长势好,植株分蘖快,密度高,使丹顶鹤的行动不便,从而降低了其作为栖息地的价值^[28]。

(2) 侵占大片滩涂用地,给适宜滩涂养殖的

用地造成巨大的经济损失和危害。在福建宁德,大米草疯长,已经侵占沿海滩涂植物的生长空间,致使大片红树林消亡,而且导致贝类、蟹类、藻类、鱼类,甚至跳跳鱼、蟹类等多种生物窒息死亡。并与海带、紫菜等争夺营养,水产品养殖受到毁灭性打击^[29]。

(3)诱发赤潮。影响了海水的交换能力,导致水质下降并可能诱发赤潮。

(4)堵塞航道。其发达的根系在某些地方已生长到航道边缘,造成局部航道有淤浅倾向,影响各类船只入海,给运输、渔业等带来诸多不便。

(5)自身开发利用价值低。主因是盐分过高导致开发利用有难度。主要表现在:不能大规模用于造纸业,因为消除盐分所耗财力物力远远高于传统造纸原料;牲畜不爱吃,长时间以大米草为主食会导致牲畜死亡;不能作传统薪柴使用,因为过高的盐分在燃烧过程中会导致铁锅锈蚀,使用寿命大大减少。

四、结论与讨论

我国海岸带位于欧亚大陆和太平洋之间的交汇地带,岸线长达 18 000 km,自北向南跨温带、亚热带和北热带,岸线曲折,港湾和潮间带滩涂众多。因而互花米草北自辽宁,南到广西均可生存。但不同区域,地理及生态环境不同,互花米草所造成的影响也有所不同,因而要区别对待。我国有米草分布的省市及地区有辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、香港、澳门。其中米草大面积分布的省份主要是江苏、浙江、福建(个人调查)。

总体来说,以浙江为界,浙江以北区域对互花米草以正面评价为主。主要集中于促淤造陆、保滩护岸等功效。浙江以南区域对互花米草以负面评价为主,主要集中于其对水产养殖、红树林湿地生态系统的影响等。而据众多沿海当地居民

的调查发现(福建省除外),人们对米草的抱怨主要来自于其直接经济效益极低,而芦苇冬季可以收割卖钱,盐蒿的嫩叶可以直接食用(个人调查)。因此,经济利益驱动是互花米草被列入入侵物种名单的一个非常重要的因素。就米草的区域性危害程度来说,闽东和苏北地区同属淤泥质海滩,而苏北有关米草危害的评论居少。其原因何在?应该说苏北地区的大量沿海滩涂被列入江苏盐城国家级珍禽自然保护区,不具备开发海滩养殖的条件。而在闽东区域,大量开挖海滨滩涂进行水产养殖,在短期内会取得较高的经济收益。因此,很多有关米草的负面评价主要来自于福建省。但如果米草在饲料加工、食用菌原料、米草三级利用、米草多糖等方面的利用方面形成规模并产生经济效益,就可化废为宝,变害为利。

当然,米草确实对本土生态系统(如红树林生态系统)形成巨大威胁的区域,必须进行控制,并在必要时进行人工清除。目前主要的清除措施有物理控制、化学控制和生物控制三种。其中物理控制方法很多,主要集中于清除根茎、深翻并填埋、焚烧、收割、淡水浇灌、遮阴(米草是 C4 植物)法等。化学控制主要是应用除草剂,快速有效,效果明显,可以大大扩大控制面积。如已经研制开发的大米草除草剂 BC-08,能在 30 d 内杀死大米草的地上部分及全部须根^[30]。但通常有一定残留,可能污染环境,从而间接影响人体健康。从生物安全的角度来说,应该禁用或者慎用。生物控制主要是利用动物取食偏好(如叶蝉)或者植物化感作用来进行控制。生物控制从理论上来说具有非常好的应用前景,但目前尚没有成功的先例。

需要特别指出的是,目前,国际、国内的很多学者一直强调对米草的控制和清除,结果导致很多生态学工作者对米草的正面生态功能的忽视,片面夸大其负面影响。如果任由这种意识蔓延和发展,其破坏性同样是灾难性的。在特定的水文

地质条件下,如淤积型的海滨滩涂向侵蚀型转变,米草的促淤造陆功能将是不可替代的。温室效应和全球变化的后果之一就是海平面上升,这可能加速海岸侵蚀,考验海堤防护功能。因此米草的正面的生态功能在一些重点地段,如台风登陆的必经之路,海岸侵蚀的脆弱区域,必需予以重视,切不可采取盲目短视行为。必须认识到,进行海滩养殖后所导致的海滩退化、环境污染等将会带来更大的生态危害。

参考文献

- [1] Elton C S. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. London: Methuen, 1958.
- [2] 徐汝梅, 叶万辉主编. 生物入侵——理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] Chung C H. Thirty years of ecological engineering with Spartina plantations in China. Ecological Engineering, 1993, 2: 261-289.
- [4] 仲崇信. 大米草简史及国外研究概况. 见: 米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集. 南京大学学报, 1985: 1-30.
- [5] 仲崇信, 卓荣宗. 大米草在我国的二十二年, 见: 米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集. 南京大学学报, 1985a: 31-35.
- [6] 仲崇信, 卓荣宗, 周鸿彬, 等. 大米草 (*Spartina anglica* Hubbard) 种栽培实验及其改土效果. 见: 米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集. 南京大学学报, 1985b: 44-82.
- [7] 刘长安, 姜洋, 张帆, 等. 中国外来物种米草自然衰退调查研究[J]. 南京大学学报, 2007, 43: 56-59.
- [8] 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.
- [9] 徐国万, 卓荣宗. 我国引种互花米草 (*Spartina alterniflora* Loisel) 的初步研究. 见: 米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集. 南京大学学报, 1985: 212-225.
- [10] 宋连清. 互花米草及其对海岸的防护作用[J]. 东海洋, 1997, 15(1): 11-19.
- [11] 林鹏编著. 海洋高等植物生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [12] 唐承佳, 陆健健. 长江口九段沙植物群落研究[J]. 生态学报, 2003, 23(2): 399-403.
- [13] 范航清, 陈光华, 何斌原, 等. 山口红树林滨海湿地与管理[M]. 北京: 海洋出版社, 2005.
- [14] 唐廷贵, 张万钧. 论中国海岸带大米草生态工程效益与“生态入侵”[J]. 中国工程科学, 2003, 5(3): 15-20.
- [15] Currin C A, Newell S Y, Paerl H W. The role of standing dead *Spartina alterniflora* and benthic microalgae in salt marsh food webs: considerations based on multiple stable isotope analysis. Marine Ecology Progress Series 1995, 121: 99-116.
- [16] Odum E P, dela Cruz. Particulate organic detritus in a Georgia salt marsh estuarine ecosystem. Washington, In Lauff, G.H. (ed.), Estuaries. 1967. 383-388.
- [17] Weinstein M P, Litvin S Y. The role of tidal salt marsh as an energy source for marine transient and resident fin fishes: A stable isotope approach, 2000, 129: 797-810.
- [18] Odum E P 著. 孙儒泳等译. 生态学基础[M]. 北京: 人民教育出版社, 1981.
- [19] 河海大学. 灵昆贮灰场外堤消浪试验初步报告[R]. 1991-04-08.
- [20] 陈才俊. 江苏滩涂大米草促淤护岸效果[J]. 海洋通报, 1994, 13(2): 55-61
- [21] 王爱军, 高抒, 贾建军, 等. 江苏王港盐沼的现代沉积速率[J]. 地理学报, 2005, 60(1): 61-70.
- [22] 赵清良, 赵强. 大米草对双齿围沙蚕生境中土壤改良作用的研究[J]. 生态学杂志, 1997, 16(2): 28-30.
- [23] 沈永明, 刘咏梅, 陈全站. 互花米草盐沼土壤有机质分布特征[J]. 海洋通报, 2003, 22(6): 43-48.
- [24] 沈永明, 曾华, 王辉, 等. 江苏典型淤积岸段潮滩盐生植被及其土壤肥力特征[J]. 生态学报, 2005, 25(1): 1-6.
- [25] 钦佩, 仲崇信. 米草的应用研究[M]. 北京: 海洋出版社, 1992.
- [26] 钦佩, 张晟途. 米草生态工程. 见: 郎惠卿等. 中

国湿地研究和保护. 上海: 华东师范大学出版社, 1998. 365-374.

[27] Qin P, Xie M. Estimation of the ecological economic benefits of two *Spartina alterniflora* plantations in North Jiangsu, China. *Ecological Engineering*, 1997, 8: 5-7.

[28] 孙书存, 朱旭斌, 吕超群. 外来种米草的生态功能

评价与控制[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(3): 93-98.

[29] 高志强. 福建滨海滩地米草资源开发利用问题[J]. *福建农业大学学报*, 1996, 25(1): 72-77.

[30] 刘建, 黄建华, 余振希, 等. 大米草的防除初探[J]. *海洋通报*, 2000, 19(5): 68-72.

倾力打造国内首家海洋环保科技产业门户网站

中国海洋网新年全新改版



中国海洋网(www.cseaw.com)新年新版立足于打造国内首家环保、科技、产业门户网站,于2009年1月1日起正式改版运行。

中国海洋网已于2006年7月1日正式对公众开通。

此次改版,得到了包括中国科学技术协会、国家海洋局等相关部门、社会团体以及包括搜狐、新浪等知名门户网站,中国教育电视台、中国海洋报等权威媒体的大力支持。

中国海洋网此次改版,向广大网民全方位、立体式呈现海洋环保、科技、产业讯息。

新页面栏目包括海洋环境、科技、产经信息;中国水族馆馆藏介绍以及神秘海洋、温室效应、地球两极、海洋文史等科普栏目。

中国海洋网此次改版同时,还推出自己的电子新期刊《蓝色星球》,该刊以时尚、自然、科学、生活为主旨,面向青少年传播海洋科学文化的知识。