

# 厦门外来植物入侵风险评价指标体系的建立 ——以互花米草入侵风险评价为例

欧健<sup>1</sup>, 卢昌义<sup>1,2</sup>

(1. 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005;

2. 厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 本文结合前人在生物入侵风险评价方面的研究成果, 针对厦门市外来植物入侵现状, 建立了厦门地区外来植物入侵风险评价指标体系及评价方法. 该指标体系由6个一级指标, 17个二级指标构成. 通过文献资料分析、实地调研等手段, 以厦门海域主要的入侵植物互花米草为例, 评价其风险分值为85, 入侵风险等级为“不可接受”. 此外, 本文还选取其他19种外来植物进行了风险评价与风险等级划分, 结果表明, 互花米草在20种外来植物中风险分值列第三, 评价结果与其危害现状相符.

**关键词:** 生态监测; 入侵植物; 风险评价体系; 互花米草; 厦门

中图分类号: X171

文献标识码: A

文章编号: 1000-8160(2006)03-0437-08

外来入侵物种是指在人类直接或间接引入下, 转移到自然分布范围及扩散潜力之外, 对当地生物多样性、人类健康和经济构成威胁或损害的物种、亚种、低级生物物质及其可能存活并繁殖的部分、配子或繁殖体<sup>[1]</sup>.

## 1 建立外来入侵物种风险评价指标体系的必要性

厦门市地处福建省东南部九龙江入海处, 背靠漳州、泉州平原, 濒临台湾海峡. 厦门地区岛屿众多: 包括厦门本岛, 有30个岛屿, 存在着如厦门本岛、鼓浪屿等海岛型生态系统, 而其他一些面积较小的岛屿则生态条件差, 受人为干扰严重. 海岛型生态系统及单一的城区人工植被造成了较低生物多样性, 加之适宜的气候、频繁的港口贸易往来及久远的引种历史, 因而为外来物种的入侵创造了条件. 目前, 厦门地区主要的外来入侵物种包括: 猫爪藤 (*Macfadyena unguis-cati*)、互花米草 (*Spartina alterniflora*)、凤眼莲 (*Eichhornia crassipes*)、沙筛贝 (*Mytilopsis sallei*) 等, 而互花米草和沙筛贝是厦门海域的主要入侵物种. 由于外来物种入侵具有危害大, 并且一旦暴发成害根除可能性很小的特点, 因而研究哪些物种会成为入侵种, 一旦入侵会在哪些地方造成危害以及造成什么样的危害就至关重要<sup>[2]</sup>. 防止外来物种造成危害的关键是要阻止可能会成为入侵种的外来生物的传入.

对于外来物种入侵的管理, 我国制定了一些相关的管理政策和法律法规, 国家环境保护总局也发布了加强外来入侵物种防治工作的相关文件. 《全国生态环境保护纲要》第14条明确提出: “对引进外来物种必须进行风险评价, 加强进口检疫工作, 防止国外有害物种进入国内.” 《厦门市环境保护条例》第2章第10条也做出了对厦门市外来生物引进应进行环境风险评价的

收稿日期: 2005-10-28

基金项目: 厦门市科技局科技项目(3502Z20022012); 厦门市环境保护研究所资助项目

作者简介: 欧健(1977~), 男, 博士研究生.

规定. 尽管如此, 我国目前仍没有规定有意引进外来物种执行科学风险评价的具体方法. 因此, 建立一个适应厦门地区南亚热带地域特色的外来生物入侵风险评价指标体系是很有必要的.

## 2 外来物种入侵风险评价的研究方法与经验

区域性外来物种风险评价国外已有一些案例, 如: 由休斯顿大学环境学院在美国得克萨斯州东南部海港城市—加尔维斯敦进行的入侵物种风险评价, 它通过由六条评价准则组成的评价体系对所辖区域主要的 60 种水生和陆生的外来入侵物种进行了评价<sup>[3]</sup>, 并为政府提供了防控措施优先顺序的建议. Denslow 等(2005)编制的《夏威夷外来植物评价协议》主要从“入侵物种对生态系统的影响、物种生活特性、潜在的扩散能力及控制难度”4 个方面对夏威夷及其他太平洋岛屿上可能造成入侵威胁的外来植物进行风险评价<sup>[4]</sup>, 同时, 他们还还对澳大利亚杂草风险评价系统(Weed risk assessment system)进行改写, 并应用于夏威夷地区的杂草风险评价. 美国墨西哥湾的不同河口地区也对当地的外来生物入侵状况进行了调查和研究. 此外, 前人对外来物种风险评价所作的尝试与探讨也可以作为很好的借鉴, 如: 国外杂草风险预测方法的典型例子——澳大利亚杂草风险评价系统, 该系统是由物种生物地理、物种不受欢迎的特征、生物学或生态学特征等方面的一系列的问题库构成的<sup>[2]</sup>. 又如蒋青等(1994)提出的有害生物危险性评价指标体系<sup>[5]</sup>, 季良(1994)对检疫性有害生物危险性分析<sup>[6]</sup>, 范京安, 赵学谦(1997)的作物外来物种风险评价体系与方法<sup>[7]</sup>, 向言词等(2002)对植物外来种的生态风险评价和管理<sup>[8]</sup>以及农业部“八五”重点课题 PRA 课题组 1997 年确立的有害生物危险性评价体系<sup>[9]</sup>等. 然而, 针对区域性的外来物种风险评价国内的案例则较少.

值得注意的是, 生物入侵是一个复杂的链式过程, 一般可分为引入阶段、定殖与建群阶段(时滞阶段)、扩散与危害阶段(即成为入侵生物)<sup>[2]</sup>. 越来越多的证据也表明在入侵的不同阶段, 外来物种的入侵行为及表现出来的特征并不相同. 不同的阶段有着各自不同的入侵成功概率, 最终物种是否入侵成功是几个概率的累积结果.

## 3 厦门市外来植物入侵风险评价指标体系的建立

本文针对厦门的区域特点, 结合前人在外来物种入侵风险评价方面的研究成果, 提出了厦门市外来植物入侵风险评价的指标体系框架与方法. 根据外来生物入侵是一个复杂的链式过程的理论, 整个指标体系由 6 个一级指标, 17 个二级指标构成, 指标体系结构图如图 1 所示.

由于外来入侵种的引入多是由于人为直接或间接作用下造成的, 因而在体系中“1. 传入的可能性”这个一级指标, 着重从人为因素进行考虑: 人为有意、无意传播的可能性, 目前传入途径的管理现状以及该物种被引入的次数及引入的数目. 而在“2. 定殖的可能性”和“3. 扩散的可能性”2 个一级指标中着重考虑了入侵物种自身的繁殖特性和扩散的能力, 并结合厦门地区的气候环境条件, 设置了适生条件评价指标. 应该指出的是, “是否适合厦门地区的气候条件及环境状况”是一个限制性指标, 如果针对这个二级指标评价得到的结论是“该入侵植物物种不适宜, 无法生存”则认为该外来植物物种不存在入侵风险. 针对“危害与影响”部分, 该评价体系可同时适用于已入侵成功的物种及尚未引入或尚未造成入侵危害的物种. 对于不同情况的评价对象, 第 4 个一级指标可有不同的选择, 如果是已在厦门地区造成入侵危害的外来植物, 选用“入侵分布情况”这一评价指标, 而针对那些尚未引入厦门地区, 或仅在厦门地区出现, 但尚未成害的外来植物, 则选用“入侵史与物种型”指标进行评价. 在“5. 危害与影响”指标

方面, 则主要从生态系统及生态因子层面、本地物种、经济等方面加以考虑.

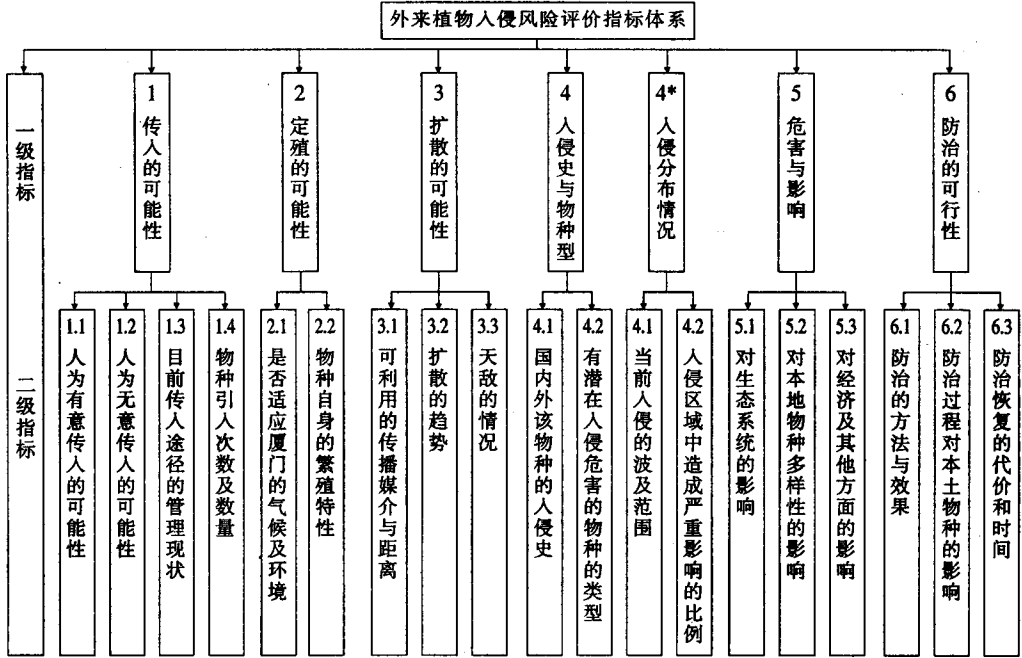


图 1 外来植物入侵风险评价指标体系框架图

Fig.1 Framework of alien plants risk assessment system in Xiamen

\* 如果针对已在厦门地区造成入侵危害的外来植物, 则选用“入侵分布情况”作为第 4 个一级指标进行评价

体系各级指标的权重采用“层次分析法”(Analysis Hierarchy Process, AHP)加以确定, 整个指标体系评价总分为 100 分, 按不同的权重赋予各级指标不同的分值; 评价体系对 17 个二级指标进行了详细的分级描述, 对相应的描述等级规定了不同的评价分值. 某一外来植物通过 17 个二级指标的评价, 其得分总和(即 6 个一级指标的得分总和)便是最终的评价得分. 参考国内外外来入侵植物风险分级方法, 设定风险分级标准见表 1.

表 1 外来入侵物种评价风险等级标准

Tab. 1 Rank of risk assessment for alien plants in Xiamen

风险分级	可接受	需进一步研究	不可接受
分级标准	0 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 100
管理策略	可以引进	有一定的风险, 需要进一步的获取相关信息或采取防范监控措施	入侵风险高, 禁止引进

### 4 厦门海域互花米草入侵风险的评价案例

根据已建立的外来入侵植物风险评价体系, 通过实地调查与文献查阅, 针对互花米草在厦门地区的实际入侵情况, 对其进行风险评价. 由于互花米草在厦门已造成入侵危害, 因而评价体系中第 4 个二级指标选择“入侵分布情况”进行评价.

互花米草是 2003 年 1 月中国环境保护总局和中国科学院联合公布的《中国第一批外来入侵物种名单》16 种外来入侵物种之一, 原产于北美东海岸, 是当地潮间带盐沼优势种, 1979 年从美国东南部海岸引进, 1980 年 10 月在福建沿海等地试种, 1982 年扩种到江苏、广

东、浙江和山东等地<sup>[10]</sup>。当初引种的目的是保滩护岸、改善海滩生态环境。厦门地区关于互花米草的报道出现在 20 世纪 90 年代末,其种群的建立亦是人为引种的结果,部分群落是由于九龙江口上游,泉州等地的种子漂移过来而自然建立种群。据 2005 年初厦门市海洋与渔业局测算,目前厦门市互花米草总面积约有 30 000m<sup>2</sup>,主要分布在东屿湾、海沧青礁海堤外侧一带的滩涂、翔安琼头、瓠厝以及大嶼的一些地方也有零星分布。而据 2001 年《厦门市环境质量状况公报》,当时互花米草约占海域面积 3 655m<sup>2</sup>。可见,尽管经过各方的努力,3 年里互花米草的面积仍然增加了不少。

互花米草系多年生草本,植株耐盐耐淹,扎根深,抗风浪,种子可随风、浪传播,其兼营有性和无性繁殖,可通过种子、根茎、甚至残体进行繁殖。单株一年内可繁殖几十甚至上百株<sup>[11]</sup>。互花米草在厦门的危害主要表现在:破坏近海生物栖息环境,影响滩涂养殖;影响海水交换能力,导致水质下降;改变或破坏滨海滩涂湿地的生态群落结构,威胁红树林的生长。

厦门市曾在 2002 年下半年和 2003 年由厦门市海洋与渔业局组织了对互花米草的人工清除工作,分别清除互花米草 4 200m<sup>2</sup> 和 6 000m<sup>2</sup>。在其化学防除方面,国内刘建等(2004)曾研制出一种安全有效的米草防除剂和败育剂——米草净,通过实验研究其对海水中浮游生物影响较小<sup>[10]</sup>。2005 年海洋与渔业局委托福建海洋研究所开展了互花米草化学防除的研究工作,研究人员于 2005 年 7 月在青礁滩涂上对部分互花米草进行了喷洒化学药剂防除的试验,取得了一定的成效。对于互花米草的生物防治,在美国的东南部海岸,一种食性专一的沼泽蜗牛(*Littoraria irrorata*)被用作天敌来抑制互花米草的生长蔓延<sup>[12]</sup>。国内的生物防除亦尚在实验阶段。总体上说,目前国内对互花米草还没有有效的防除方法,主要是采用物理防除,其效果不是很理想。综上所述,只有采取有效措施,防止互花米草入侵。对互花米草入侵风险的评价见表 2。

表 2 厦门市外来植物入侵风险评价表(以互花米草为例)

Tab. 2 Alien plants risk assessment system in Xiamen taken *Spartina alterniflora* as example

物种名:互花米草	分类地位:禾本科	拉丁学名: <i>Spartina alterniflora</i>	
评价指标	权重	二级指标分级描述及分值	评价分值:85
1 传入的可能性	15%		
1.1 人为有意传播的可能性	4%	<input type="checkbox"/> 没有有意引入的可能 <input type="checkbox"/> 可能通过人为有意引入 <input checked="" type="checkbox"/> 有已证实的有意引入行为	(0分) (2分) (4分)
1.2 人为无意传播的可能性	3%	<input type="checkbox"/> 不易被人为无意传播 <input checked="" type="checkbox"/> 有可能借助人类运输工具传播 <input type="checkbox"/> 有已证实的无意传播行为或极易为运输工具所携带	(1分) (2分) (3分)
1.3 目前传入途径的管理现状	4%	<input type="checkbox"/> 已列入现行检疫或控制对象,有较为完备的控制程序或措施,可以很好地预防其传入 <input checked="" type="checkbox"/> 已列为控制对象,检验鉴定难度不大,现行的管理手段可能将其截获 <input type="checkbox"/> 未列入控制对象,有一定的检验鉴定难度,但现行的管理手段有可能将其截获 <input type="checkbox"/> 未列入控制对象,在现有外来物种管理手段下允许其引入	(1分) (2分) (3分) (4分)
1.4 该物种引入次数及引入的数目	4%	<input type="checkbox"/> 一次性或有限次数的引入,引入的数量很小 <input type="checkbox"/> 有限次数的引入,但数量很大或可能多次引入,但一次引入数量较 <input checked="" type="checkbox"/> 可能多次引入,且一次引入数量较大	(1分) (2分) (4分)

表 2(续)

物种名: 互花米草	分类地位: 禾本科	拉丁学名: <i>Spartina alterniflora</i>	
评价指标	权重	二级指标分级描述及分值	评价分值: 85
<b>2 定殖的可能性 15%</b>			
2.1 是否适合厦门地区气候条件及环境状况 5%		<input type="checkbox"/> 不适宜, 无法生存 (判定该物种无入侵风险) <input type="checkbox"/> 较适宜 <input checked="" type="checkbox"/> 适宜	(3分) (5分)
2.2 自身的繁殖特性 10%		<input type="checkbox"/> 未明显表现出上述的繁殖特性或略微表现出以上一两种繁殖特征 <input type="checkbox"/> 明显具有上述一种繁殖特性 <input type="checkbox"/> 明显具有上述二种繁殖特性 <input type="checkbox"/> 明显具有上述三种繁殖特性 <input type="checkbox"/> 明显地表现出上述四种繁殖特性 <input checked="" type="checkbox"/> 强烈地表现出上述多于四种的繁殖特性	(1分) (2分) (4分) (6分) (8分) (10分)
<b>3 扩散的可能性 15%</b>			
3.1 可利用的传播媒介与传播距离 1) 风力传播 2) 水流传播 3) 动物携带或取食传播 7%		<input type="checkbox"/> 无法利用上述传播媒介, 难以长距离扩散 <input type="checkbox"/> 可利用上述媒介其中一种传播繁殖体, 可以进行较长距离传播 <input checked="" type="checkbox"/> 可利用上述媒介其中两种传播繁殖体, 可以进行较长距离传播 <input type="checkbox"/> 扩散范围大, 可利用上述两种以上的媒介传播繁殖体, 进行远距离传播	(1分) (3分) (5分) (7分)
3.2 扩散的趋势 5%		<input type="checkbox"/> 本地区其适宜的生境或可能扩散的区域面积较小 <input type="checkbox"/> 本地区存在一些适宜其入侵或与已入侵区域类似的生境未予入侵 <input checked="" type="checkbox"/> 本地区仍有较大面积的适宜其入侵或与已入侵区域类似的生境未予入侵	(1分) (3分) (5分)
3.3 天敌的情况 3%		<input type="checkbox"/> 本地区存在有效的天敌 <input type="checkbox"/> 存在天敌, 但作用不明显 <input checked="" type="checkbox"/> 本地区没有有效的天敌	(0分) (2分) (3分)
<b>4 已入侵的分布情况 10%</b>			
4.1 已入侵的波及范围 6%		<input type="checkbox"/> 在本地区波及的地区面积较小 <input type="checkbox"/> 在本地区已波及大于 300m <sup>2</sup> 的地区面积 <input checked="" type="checkbox"/> 广泛的人侵, 至少满足以下一项分布标准 a) 总体累计入侵波及区域面积至少达到 4 000m <sup>2</sup> b) 5 个或以上的波及区域, 每块至少达到 300m <sup>2</sup> c) 5 个或以上的波及区域, 每个至少覆盖了整个局部生态群落 d) 5 个或以上的波及区域, 每块至少达到 300m <sup>2</sup> 或至少覆盖了整个局部生态群落	(1分) (4分) (6分)
4.2 在已入侵区域中造成不良影响的比例 4%		<input type="checkbox"/> 严重影响区域比例占总体入侵面积 < 5% <input type="checkbox"/> 严重影响区域比例占总体入侵面积 5% ~ 20% <input checked="" type="checkbox"/> 严重影响区域比例占总体入侵面积 20% ~ 50% <input type="checkbox"/> 严重影响的区域比例占总体入侵面积大于 50%	(1分) (2分) (3分) (4分)

表 2 (完)

物种名:互花米草		分类地位:禾本科		拉丁学名: <i>Spartina alterniflora</i>		
评价指标		权重		二级指标分级描述及分值		评价分值:85
<b>5 危害与影响</b>		<b>30%</b>				
5.1 对生态系统过程或系统生态因子影响	10%	1) 提高当地火灾的发生率;2) 通过沉积、腐蚀作用改变当地的地貌;3) 通过快速的蒸腾作用消耗湿地的水,改变水文特征,减少可利用的生境空间;4) 影响养份的可获取程度,如,作为一种固氮植物改变土壤的氮含量;5) 形成荫蔽,改变生境透光强;6) 改变生境中的矿质元素、盐度、碱度或 pH	<input type="checkbox"/> 对改变或破坏生态系统演化过程或对系统生态因子没有影响 <input type="checkbox"/> 略微表现出上述影响能力,能改变或破坏生态系统演化过程或系统生态因子,但作用较缓和或不很明显 <input type="checkbox"/> 显著地表现为上述一种影响能力 <input checked="" type="checkbox"/> 显著地表现为上述两种影响能力 <input type="checkbox"/> 强烈地表现出上述两种以上的影响能力或能造成不可逆地改变	(0分) (4分) (7分) (8分) (10分)		
5.2 对本地物种的影响	10%	1) 能与本地某一特有物种产生强烈竞争;2) 植株体或任何部分有毒或有刺,对人、畜有害;3) 具有化感作用,能分泌生物毒素;4) 能攀援或高密度占领生境;5) 能与本地特有物种杂交,污染本地物种遗传多样性(珍稀的物种);6) 是病虫害的寄主	<input type="checkbox"/> 能轻微表现出以上一种或几种影响方式,对本地物种影响很小或不造成影响 <input type="checkbox"/> 能通过上述一种方式对本地物种产生一定影响 <input checked="" type="checkbox"/> 能通过上述两种方式对本地物种产生影响,影响其 50% 左右的个体 <input type="checkbox"/> 能通过上述三种方式对本地物种产生影响,影响其 50% 左右的个体 <input type="checkbox"/> 能通过上述多于三种的方式对一种或多种本地物种产生严重影响,影响 >50% 的个体	(1分) (3分) (6分) (8分) (10分)		
5.3 对经济及其他方面(潜在)的影响	10%	1) 能严重影响当地农林渔业至少一种经济物种 2) 改变当地物种群落结构,改变其原有生态作用 3) 影响土地、水域或其他资源的可利用程度 4) 破坏原有自然景观,影响旅游生态资源 5) 影响居民的身体健康	<input type="checkbox"/> 对本地区经济及其他方面无明显影响 <input type="checkbox"/> 对上述其中一个方面略微造成影响 <input type="checkbox"/> 对上述其中一个方面产生显著影响 <input type="checkbox"/> 对上述其中两个方面产生显著影响 <input checked="" type="checkbox"/> 明显地对上述两个以上方面造成显著的影响	(1分) (4分) (6分) (8分) (10分)		
<b>6 防治的可行性</b>		<b>15%</b>				
6.1 防治的方法与效果	5%		<input type="checkbox"/> 清除方式简便,技术成熟,可长期根除入侵物种 <input type="checkbox"/> 有效的防治方法,短期内防治效果好,但容易反复 <input checked="" type="checkbox"/> 尚无有效地防治方法,防治效果差	(1分) (3分) (5分)		
6.2 防治过程对本土物种的影响	5%		<input type="checkbox"/> 对本土物种基本无负面作用 <input checked="" type="checkbox"/> 对本土物种有影响但影响较小 <input type="checkbox"/> 清除方式会造成对本土物种的持续严重影响	(0分) (3分) (5分)		
6.3 防治恢复的代价和时间	5%		<input type="checkbox"/> 防治过程快捷,成本低 <input type="checkbox"/> 需要短期的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间少于 1a <input type="checkbox"/> 需要短期、大量的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间少于 5a <input checked="" type="checkbox"/> 需要长期、大量的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间至少需要 5a 或更多 <input type="checkbox"/> 造成的危害与影响是不可逆的,无法恢复	(1分) (2分) (3分) (4分) (5分)		

注:■为对互花米草评价中选择的二级指标分级描述;括号内的分值为该二级指标分级描述的赋值

评价结果表明,厦门海域互花米草的风险分值达 85,其入侵风险是不可接受的,因此首先应杜绝以促淤造陆为由的人为引入;而在对其防治过程中,应采用人工与化学防除相结合的方法,依厦门市海洋与渔业局以往的防除经验,实现厦门与周边遭受互花米草入侵地区的联动也是今后防除的关键所在。

## 5 二十种外来植物的评价结果

除了互花米草, 另选取了 19 种在厦门及其周边地区已造成入侵或值得警惕的外来植物用该风险指标体系进行评价, 评价信息来源主要通过相关的文献报道、网络数据库以及实地调研. 全部 20 种外来植物入侵风险评价结果如表 3.

表 3 二十种外来植物风险评价结果

Tab. 3 Result of risk assessment for 20 alien plants

序号	物种名	分值	风险等级
1	猫爪藤	86	不可接受
2	薇甘菊( <i>Mikania micrantha</i> )	86	不可接受
3	互花米草	85	不可接受
4	风眼莲	84	不可接受
5	加拿大一枝黄花( <i>Solidago Canadensis</i> )	83	不可接受
6	空心莲子草( <i>Alternanthera philoxeroides</i> )	83	不可接受
7	马缨丹( <i>Lantana camara</i> )	82	不可接受
8	三裂蜆蜞菊( <i>Wedelia trilobata</i> )	77	不可接受
9	豚草( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> )	76	不可接受
10	银合欢( <i>Leucaena leucocephala</i> )	71	不可接受
11	银胶菊( <i>Parthenium hysterophorus</i> )	68	不可接受
12	小蓬草( <i>Conyza canadensis</i> )	68	不可接受
13	五爪金龙( <i>Ipomoea cairica</i> )	67	不可接受
14	圆叶牵牛( <i>Ipomoea purpurea</i> )	67	不可接受
15	金合欢( <i>Acacia farnesiana</i> )	62	不可接受
16	刺花莲子草( <i>Alternanthera pungens</i> )	57	需进一步研究
17	三叶鬼针草( <i>Bidens pilosa</i> )	54	需进一步研究
18	草胡椒( <i>Peperomia pellucida</i> )	43	需进一步研究
19	小叶冷水花( <i>Pilea microphylla</i> )	38	需进一步研究
20	紫茉莉( <i>Mirabilis jalapa</i> )	38	需进一步研究

表 3 评价结果表明, 在评价的 20 种外来植物物种中, 互花米草的风险分值(85)仅次于猫爪藤、薇甘菊, 名列第三; 而风眼莲、加拿大一枝黄花及空心莲子草、马缨丹, 其分值都在 80 分以上, 评价结果与它们在厦门及周边地区的实际危害情况相符. 在 20 种评价的外来植物物种中, 15 种风险是不可接受的, 在引进过程中应予以拒绝, 有 5 种植物需进一步研究, 在其传播或引种过程中应注意采取防范监控措施.

本文利用构建的外来植物入侵风险评价指标体系, 对厦门海域主要的入侵植物互花米草逐项进行了评价. 并列出了对 20 种外来植物物种进行评价的结果. 由于专业知识与时间的局限, 在此仅针对厦门地区的外来植物入侵风险建立了评价指标体系, 而未包括外来动物、微生物方面的评价. 但本文已提出此类评价的基本框架与思路, 在此基础上有望于今后通过进一步研究加以完善.

### 参考文献:

- [1] 高敏. 外来侵袭物种的法律定义[J]. 生物多样性, 2005, (1): 55 ~ 57.
- [2] 徐汝梅. 生物入侵数据集成、数量分析与预警[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 4 ~ 8, 179 ~ 190.
- [3] Gossett L, Lester J, Gonzalez L. Galveston Bay Invasive Species Risk Assessment Final Report [R].

- Environmental Institute of Houston University & Houston Advanced Research Center, 2004. 10 ~ 17.
- [4] Denslow J S, Daehler C C. Hawai'i exotic plant evaluation protocol (draft version8) [DB/OL]. <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/daehler/WRA/hepep.htm>, 2005-06-10.
- [5] 蒋青, 梁忆冰, 王乃杨, 等. 有害生物危险性评价指标体系的初步确定[J]. 植物检疫, 1994, 8(6): 331 ~ 334.
- [6] 季良. 检疫性有害生物危险性评价[J]. 植物检疫, 1994, 8(2): 100 ~ 105.
- [7] 范京安, 赵学谦. 农作物外来物种风险评价体系与方法研究[J]. 植物检疫, 1997, 11(2): 75 ~ 81.
- [8] 向言词, 彭少麟. 植物外来种的生态风险评价和管理[J]. 生态学杂志, 2002, 21(5): 40 ~ 48.
- [9] 徐海根, 王健民. 《生物多样性公约》热点研究: 外来物种入侵—生物安全—遗传资源[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 138 ~ 147, 166 ~ 181.
- [10] 刘建, 庄志鸿, 蔡宣梅, 等. 米草净对海区浮游生物影响的研究[J]. 中国环境科学, 2004, 24(6): 722 ~ 724.
- [11] 李振宇, 解焱. 中国外来入侵种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 184.
- [12] Silliman B R, Newell S Y. Fungal farming in a snail[OL]. <http://www.pnas.org/cgi/content/full/100/26/15643>, 2003-12-23.

## Establishment of risk assessment index system for alien plants in Xiamen: case study of smooth cordgrass

OU Jian<sup>1</sup>, LU Chang-yi<sup>1, 2</sup>

(1. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Based on the previous studies of bio-invasion risk assessment, aiming at the status quo of exotic plant in Xiamen, we have established a risk assessment system for alien plants by 6 primary indexes and 17 secondary indexes. With results of literature review and field survey, taking smooth cordgrass, an important invasive plant in the coastal area of Xiamen, as an example, the author assessed its value of risk as 85 and its rank as 'Unacceptable'. Meanwhile, another 19 alien plants were also chosen and risk index and ranks were established. The risk value of smooth cordgrass is ranked at the third position in total 20 alien plants, which meet with their status.

**Key words:** eco-monitoring; invasive plant; risk assessment system; *Spartina alterniflora*; Xiamen

(责任编辑: 霍湘娟)