

• 生物多样性与外来入侵物种管理专栏 •

中国外来入侵生物的危害与管理对策

万方浩¹ 郭建英¹ 王德辉²

1 (中国农业科学院生物防治研究所, 北京 100081)

2 (国家环境保护总局自然生态保护司, 北京 100035)

摘要: 本文探讨了外来入侵生物的概念及其在我国的危害状况、入侵原因, 提出了外来入侵生物的预防及管理对策。随着国际贸易往来和旅游业的发展, 生物入侵在我国不断加剧, 正在成为威胁我国生物多样性与生态环境的重要因素之一。外来入侵种的生态代价是造成本地物种多样性不可弥补的消失以及物种的灭绝, 其经济代价是农林牧渔业产量与质量的惨重损失与高额的防治费用。生物入侵在我国大部分是由于人为因素引起的。这些因素包括: 缺乏对引进种的利益与风险进行评估、淡薄的生态意识与不顾生态后果的经济利益驱使下的盲目引进、缺乏严格的科学监管体系或监管不力、缺乏全面检疫的体系与机制。

外来入侵生物的综合性与系统性研究已成为当今我国生态环境保护、农业生产和经济可持续发展的重大研究领域。我国对外来入侵生物的预防与管理应着重于国家能力、研究能力、监测与管理能力三大体系的建设上。根据我国国情和目前的紧急现状应制定出优先行动计划。对特定外来种的入侵生物学基础研究、特定生态系统或地理区域入侵种现状及影响的关键评估研究、特定外来入侵生物对生态环境影响的风险评估体系及经济损失的模式研究、发展控制外来有害生物的环保型技术与方法研究、外来生物受控制后生态系统的恢复与栖息生境的复原技术与方法等, 均是目前亟待研究的课题。

关键词: 外来入侵生物, 生物多样性, 生物入侵, 生态安全, 管理策略, 风险评价

中图分类号: Q948.13, X32.022

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2002)01-0119-07

Alien invasive species in China: their damages and management strategies

WAN Fang-Hao¹, GUO Jian-Ying¹, WANG De-Hui²1 *Institute of Biological Control, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081*2 *Department of Nature Conservation, State Environmental Protection Administration, Beijing 100035*

Abstract: The impacts and invasion method of alien invasive species (AIS), and prevention and management of biological invasion are discussed. Biological invasion is becoming one of the most important factors threatening biodiversity and stability of various ecological systems in China. The impacts of these biological invasions are becoming a more serious problems with development and increase of global trade, transportation, international travel and ecological tourism. Harmful AIS often leads to irreversible species extinction, and results in substantial economic losses within managed and natural ecosystems, including agriculture, forestry, fishery and animal production. Newly invading weeds, insect pests and plant diseases frequently result in large-scale outbreaks and persistent use of chemical pesticides. Successful invasion and spread of some major insect pests and weeds in China were caused by man-made factors. These include decision mistakes and unintentional introduction of some plants, such as water hyacinth and alligator weed as pig food, irresponsible introduction actions taken by individual/group without any ecological concerns, and lack of rapid response mechanism for eradicating potentially AIS as soon as they appear.

China is an agricultural country. Any biological invasion will be a "big-bomb" for our agriculture and inevitably result in ecological and economic losses in specific ecosystem and specific geographic re-

gions. Prevention of biological invasion is an important aspect for safeguarding the state's ecological safety. Development and researches should focus on building the state capacity, research capacity, and management capacity for addressing AIS problem. Based on the urgent situation of AIS in China, priority for research and action plans concentrate on: developing methods to identify the origin and pathways of invasive population; understanding the biological and ecological bases of AIS; developing environmentally friendly methods for control of AIS; developing environmental impact assessment and risk analysis methods for AIS; and developing methods for the recovery of habitats after control of AIS.

Key words: alien invasive species, biodiversity, biological invasion, ecological safety, management strategy, risk assessment

1 外来入侵生物

生物入侵(biological invasion)是指生物由原生地经自然的或人为的途径侵入到另一个新环境,对入侵地的生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成经济损失或生态灾难的过程。对于特定的生态系统与栖境来说,任何非本地的生物都叫外来生物(alien organism)。因而外来生物或外来种(alien species)通常是指物种出现在它正常的自然分布范围之外的一个相对概念。而外来入侵种(alien invasive species, AIS)是指对生态系统、栖境、物种、人类健康带来威胁的外来种。外来物种可通过3种途径成功入侵:一是引入用于农林牧渔生产、生态环境改造与恢复、景观美化、观赏等目的的物种,尔后演变为入侵种(有意识地引进);二是随着贸易、运输、旅游等活动而传入的物种(无意识地引进);三是靠自身的扩散传播力或借助于自然力量而传入(自然入侵)。伴随着外来种有意无意的引进和传播,高山大海等自然屏障的作用已变得越来越小。

现代农业(农业、林业、渔业、园艺及许多原材料工业)大部分依赖于物种资源(种、品系、组织器官、基因或基因片段)的交流,这种有目的地共享生物多样性资源(引进与交换)使得特定生态系统或特定区域得到巨大的经济效益;但另一方面,生物资源的引入与交换在缺乏科学而严格的风险-效益评价体系的管理与监控下带来的经济与生态损失也是巨大与惨重的。

全球经济一体化使得国际、国内贸易往来越来越频繁,生物成功入侵的机率也大大增加,大多数外来有害生物是通过这种无意识的人类活动而成功入侵的。尽管有较规范的检疫措施与检测技术,但往

往是防不胜防,仅依靠海关的检疫还不足以防止威胁本地生物多样性的外来物种的广泛传播。现代先进的交通工具及观光旅游与生态旅游事业的蓬勃发展,也为外来种长距离的迁移与入侵、传播与扩散到新的生境中创造了条件,使得生物成功入侵变得更加容易。

2 外来入侵生物的危害

生物入侵的危害虽已引起人们的警觉和注意,但对于生物入侵造成的威胁并不是人人都能认识与自觉防范的。据我们的初步统计,入侵我国的有害杂草约96种,引起较大经济损失的入侵有害昆虫、植物病害、软体动物、哺乳动物等大约80种以上。如松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)、松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysochila*)、湿地松粉蚧(*Oracella acuta*)、美国白蛾(*Hyphantria cunea*)、美洲斑潜蝇(*Liriomyza sativae*)、棉红铃虫(*Pectinophora gossypiella*)、烟粉虱(*Bemisia tabaci*)、德国蜚蠊(*Blattella germanica*)、红脂大小蠹(*Dendroctonus valens*)、日本金龟子(*Popillia japonica*)、甘薯黑斑病(*Ceratocystis fimbriata*)、豚草(*Ambrosia* spp.)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*, 又名水花生)、水葫芦(*Eichhornia crassipes*)、大米草(*Spartina anglica*)、薇甘菊(*Mikania micrantha*)、毒麦(*Lolium temulentum*)、假高粱(*Sorghum halepense*)、福寿螺(*Ampullaria gigas*)、褐云玛瑙螺(*Achatina fulica*, 又名非洲大蜗牛)、麝鼠(*Ondatra zibethicus*)、草原兔(*Lepus capensis*, 又名蒙古兔)等。

从我国主要外来虫害和杂草的入侵成因来看,大部分是人为因素引起的。这些因素包括:缺乏有效的科学知识与信息、缺乏对引进物种的利益与风险进行评估(如大米草的引进)、盲目引进(如作为猪饲料引进的空心莲子草、水葫芦)、淡薄的生态意

识与不顾生态后果的经济利益驱使(如福寿螺、褐云玛瑙螺的养殖与随地遗弃)、有法不依与执法不严(如湿地松粉蚧的人为传入)。

外来入侵种是生态系统最大的生物威胁。大部分外来种成功入侵后大爆发,难于控制;对生态系统产生的破坏性不可逆转;形成优势种群,并危及本地物种的生存,引起种的消失与灭绝;对农林牧渔业造成严重的损失;威胁人类的健康(中华人民共和国北京动植物检疫局,1999;中华人民共和国动植物检疫局,农业部植物检疫实验所,1997;中国农垦进出口公司,1992;中国植物保护学会植物检疫学会分会,1993;李扬汉,1998;李丽英等,1997)。

2.1 对生态系统的破坏具有不可逆性

外来入侵生物对特定的生态系统的结构、功能及生态环境产生严重的干扰与危害。20世纪60~80年代从英美等国引进的旨在保护滩涂的大米草(*Spartina anglica*),近年来在沿海地区疯狂扩散,覆盖面积越来越大,已到了难以控制的局面。至1996年,全国大米草(*Spartina* spp.)总面积估计在10~13万 hm^2 以上(高志强,1996;赵清良,赵强,1997)。肆意蔓延的大米草破坏近海生物的栖息环境,使沿海养殖的多种生物窒息死亡;还会堵塞航道,影响船只出港,影响海水的交换能力。

2.2 生物多样性的丧失与食物网络结构的崩溃

外来生物入侵通过压制或排挤本地物种的方式改变食物链或食物网络组成及结构。特别是外来杂草,在入侵地往往导致植物区系的多样性变得非常单一,并破坏可耕地。

原产美洲的墨西哥至哥斯达黎加一带的紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*),约于20世纪40年代由中缅边境传入云南省,现已在我国西南地区蔓延成灾。其侵入草场、林地和撂荒地,很快形成单种优势群落,导致原有的植物群落衰退和消失。由于其对土壤肥力的吸收力强,能极大地消耗土壤养分,对土壤可耕性的破坏极为严重(强胜,1998;赵国晶,马云萍,1989)。

大约于解放前后由东南亚传入云南省西南与西部地区的飞机草(*Chromolaena odorata*),繁殖力强,生长旺盛,密集成丛或成片,在植被严重破坏的地段、陡坡、火烧迹地与农隙地形成片状优势分布,严重危害原生植被与草场(奎嘉祥等,1997)。

大约于20世纪50年代被人为地引入作猪饲料

植物加以栽培的空心莲子草,现已成为恶性杂草,对不同作物造成了巨大的经济损失,以番薯的损失最重,达63%;莠苣和水稻的损失也高达45%左右;小麦的损失率约为36%(谭万忠,1994a,1994b)。

1996年侵入我国广东深圳内伶仃岛(面积约4700 hm^2 左右)的薇甘菊(*Mikania micrantha*),造成灾害性危害面积超过800 hm^2 (庞雄飞,李丽英,2000)。该种植物具有有性和无性两种繁殖能力,攀上灌木或乔木后能迅速形成整株覆盖之势,使植物因光合作用受到破坏而逐渐窒息死亡。

2.3 本地物种的灭绝与消失

外来生物入侵影响到每一个生态系统和生物区系,使成百上千的本地物种陷入灭绝地,加速了生物多样性的丧失和物种的灭绝,特别是在岛屿和“生态岛屿”中最为明显。

云南大理洱海原产鱼类17种,大多为洱海特有,并具有重要的经济价值。有意无意地引入13个外来种后,17种土著鱼类已有5种陷入濒危状态。原因之一是外来种与土著种争食,争产卵场所以及吞食土著种的鱼卵等,破坏了原有生态系统的平衡(王献溥,1999)。

大约于20世纪30年代作为饲料、观赏植物和防治重金属污染的植物引种的水葫芦(*Eichhornia crassipes*),逸为野生,成为恶性杂草。昆明滇池1000 hm^2 的水面上布满水葫芦,使得滇池内很多水生生物处于灭绝边缘。20世纪60年代以前,滇池主要的水生植物有16种,水生动物68种,但到了80年代,大部分水生植物相继消亡,鱼类也从68种下降到30种(丁建清等,1996)。

2.4 农林业病虫害爆发

外来种在适宜的生态气候条件下,往往是爆发性的,种群呈指数级别形式增长,一旦爆发,难以控制。

原产于美国的棉枯萎病和棉黄萎病,20世纪30年代随棉种进入我国,造成的后患一直延续至今,成为我国棉花种植史上最重要的病害。仅据1982年的统计,我国16个省的628个县发生这两种病害的棉田面积达148.2万 hm^2 ,其中2.07万 hm^2 棉花绝收(杨之为等,1993;刘靖等,1999;王凤图等,1995;杨西安,1993;田长彦,丁海涛,1999)。原产于美国的甘薯黑斑病对甘薯产区造成极为严重的损失。据1963年调查,全国20个省市估计损失鲜薯在500

万吨以上,另据河南安阳、信阳两区和安徽北部 2 个县统计,因喂食病薯,有上万头耕牛中毒死亡。该病至今仍在各省市为害(白鸥,朱一农,1999;陈永康,1989)。

1982 年入侵我国的松材线虫,扩散蔓延极为迅速,至 1999 年发生面积约 7.4 万 hm^2 。1988 年被人作为携带传入广东的湿地松粉蚧,至 1999 年扩散至 35.24 万 hm^2 ,其中受害面积达 23.16 万 hm^2 。1982 年 5 月首次在广州珠海市马尾松林内发现松突圆蚧,至 1996 年发生面积达到 80.9 万 hm^2 ;并以平均每年 6~7 万 hm^2 的速度递增并向西北等方向蔓延。1979 年入侵的美国白蛾,至 1998 年发生面积达到 9.9 万 hm^2 ,仅山东省受害林木花卉就达 17.29 万株,剪除网幕 29.91 万个。于 20 世纪 30 年代末随日本赤松(*Pinus densiflora*)和黑松(*P. thunbergiana*)苗木传入我国日本松干蚧(*Matsucoccus matsumurae*),1996~1998 年,每年在吉林、辽宁、山东、江苏、浙江等省的发生面积约在 11 万 hm^2 左右。辽宁每年致死松树木材 3 万 m^3 ,造成巨大的经济损失(国家林业局,1998;中国农业年鉴编辑委员会,1997,1998,1999,2000)。1988 年稻水象甲(*Lissorhoptrus oryzophilus*)在我国河北省唐海县爆发成灾,其后发生面积达 33 万 hm^2 。水稻受害后,一般产量损失 5%~10%,严重田块达 40%~60%,少数田块基本无收成(李先誉,1997;魏鸿钧,1997)。

2.5 高额的防治费用

外来生物一旦入侵成功,要彻底根除是极为困难的。用于控制其危害、扩散蔓延的防治代价极大,费用极为昂贵。1994 年入侵蔓延的美洲斑潜蝇,目前在全国的发生面积 100 多万 hm^2 。若以防治费用 450 元/ hm^2 计算,则每年的防治费用就需 4.5 亿元(张彩霞,1997;李宏奎等,1998)。

2.6 威胁人类健康

外来入侵生物不仅对生态环境、农林业生产带来巨大的损失,而且直接威胁人类健康。豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)和三裂叶豚草(*A. trifida*)分别于 20 世纪 30 年代和 50 年代传入我国东南沿海,随后向其他地方扩散蔓延,现分布在东北、华北、华东和华中地区的 15 个省市(万方浩等,1993)。豚草所产生的花粉是引起人类花粉过敏症的主要病原物,可导致“枯草热”症(夏凤云,1983)。

3 外来入侵生物的预防与管理对策

上述的一些例证已很清楚地表明,外来生物一旦入侵成功,往往造成爆发与流行,难于控制;外来入侵种的危害对环境、大农业生产、人类健康造成了巨大的生态及经济损失。部分外来生物的入侵是由于(1)不负责任的人为因素(检疫不严或执法不严、淡薄的生态意识与利益驱使、盲目引种)导致其成功入侵(2)缺乏严格的监测管理机制与全面的检疫体系(3)缺乏科学的外来生物的风险-收益评价体系和严格的科学决策程序,看重经济利益,忽视生态利益。

综上所述,在完善的政策法规、管理条例、信息交流等的基础上,对外来入侵生物的预防与管理应着重于国家预防能力、研究能力、监测与监管能力三大体系的建设。

3.1 致力于入侵外来生物问题的国家能力建设(中长期发展计划)

国家能力建设是成功解决入侵生物种问题的关键。中国是一个农业大国,任何种类的生物入侵无疑会对特定的生态系统和区域造成巨大的生态与经济损失。在承诺和履行生物多样性及生物安全性等国际公约的前提下,既要有效地防止异域有害生物的入侵,保卫中国国家生态安全,又要对国际社会提供可用的信息及经验。因此,国家能力的建设应包括:

(1) 监管能力:根据我国的国情,建立健全有关预防、管理、防治外来有害生物的国家政策法规和条例,充分执行已有的政策、法令及条例。完善已有的动植物检疫法。成立跨部门、多学科的外来入侵生物专家工作组。

(2) 狙击能力:建立黑色、白色、灰色名单,改革根据“黑名单”建立的针对性、指定性检疫体系,执行全面检疫体系(在没有证据说明进境外来生物无害之前,均应将其视为有害,禁止或限制其入境),将外来有害生物拒之于国门之外(外检)。对已侵入但仅局部发生的外来有害生物,要采取严格的内检措施,防止其扩散与蔓延。

(3) 预警能力:发展早期预警系统,建立风险评估体系。一方面,根据信息资料对可能入侵的生物进行风险评估与预警,加强防范措施与制定应急控制技术;另一方面,对已入侵生物的危害、分布、蔓延

和流行进行风险评估与预警,加强监测与实施有效的技术予以扑灭、根除和控制。

(4) 快速反应能力:构建快速反应机制与体系,一旦发现有害的入侵生物,有能力快速地予以清除或消灭。这需要政府的支持、训练有素的专业人员、必要的仪器设备及可使用的经费。

(5) 信息处理能力:建立国家外来有害生物信息库和专门网站,与国际机构(SCOPE, UNEP, IUCN)、国际项目计划(GISP, DIVERSITAS)等交流信息;与国际、地区有关机构开展有关共同问题的合作或协作研究。

(6) 教育宣传能力:建立外来入侵生物培训中心/网,在正确识别入侵生物及其危害,预防、清除、控制和灭绝外来入侵生物的管理方法,风险与环境影响评估,生态系统的恢复等方面,对有关人员进行技术培训。通过各种媒体对公众进行教育与宣传。

3.2 致力于入侵外来生物问题的研究能力建设

目前有关外来入侵生物的知识还不足以准确地进行风险评估和设计有效的管理措施,有关入侵生物学、入侵生态学的研究基础极为薄弱。研究生物入侵在时间上是一个长久的课题,在空间上是一个立体交叉的学科群领域,许多问题并不是短期“攻关”就能解决的,还有许多问题并不能因为入侵的不确定性而采用“亡羊补牢”的方式来解决,否则后果将极其惨重,代价也将远远高于先期研究投资的成千上万倍(上述例证已说明了这一点)。因此,有关外来生物的研究是政府应优先发展的课题与领域。其研究能力建设包括:

(1) 完善阻止和预防外来有害生物入侵的检测技术(如实施全面检疫体系的技术与方法),以及去除以各种形式(贸易产品、包装材料)携带入侵的有效技术。编制外来生物的黑色、灰色和白色名单。

(2) 发展外来入侵生物初始种群的野外监测技术;发展大面积发生蔓延的检测技术(如遥感监测、雷达监测)。

(3) 发展出针对特定目标的有效的、可接受的消灭或控制外来有害生物的技术与方法;发展消灭、控制外来入侵生物的综合治理技术体系,制定最佳的优选方案与组合技术。对新发现的小面积危害的入侵生物,采用高效的紧急扑灭技术(如化学防治、人工防除、机械防除);对爆发性的入侵者,采用紧急的化学防治及其他一次性的扑灭技术;对大面积

发生并已基本稳定的入侵种,采用能建立自然生态平衡达到长久抑制效果的生物防治技术。

(4) 发展更深层次的外来入侵种生物气候限制、物种种系发生、地域分布限制、生态适应性等多方面的相互关联的系统研究,以便有能力识别、记载及监测入侵种的动态及更新资料。

(5) 发展外来生物(包括有意识地引进的物种)的环境影响及风险评估系统。

(6) 强化对外来有害物种的生物防治基础、技术与方法的研究,及对引进的有益物种可能成为另类入侵种的收益与风险评估研究。

(7) 对既定种在既定地区的生态代价与经济代价的影响预测模式研究,研制出既定外来入侵生物的预测指标体系,以便将这种模式应用到其它地区或其它种的评估中。

(8) 被入侵生态系统的恢复研究。

(9) 创建外来入侵生物管理示范区,建立通过例证示范对外来生物进行监测、管理与控制的体系。

(10) 研制外来入侵生物的认识、控制、管理的技术程序与指南。

3.3 监测与管理能力建设

建立外来有害生物入侵的监管体系,组织协调各部门间的管理工作,严格引种的审核、批准与检疫程序。目前,我国的引种制度极不规范,对引种的监管还无章可循,只重视引种前的审批工作,而忽视引种释放后的管理。

建立经济惩罚体制,实行经济责任制度。无论是有意识还是无意识地引入外来生物,均应采用经济政策规范引种的行为与责任。

4 外来生物入侵种的生物安全性优先行动计划(近期发展计划)

按照国际《生物多样性公约》(the Convention on Biological Diversity)及生物安全卡塔赫拉协议(the Cartagena Protocol on Biosafety)中的有关条款要求,签约国应阻止引入对生态系统、栖境、物种、人类健康带来威胁的外来物种(包括活体遗传改良和修饰生物),建立和维护有效的方法与技术控制和根除已入侵的外来有害物种。1997年,环境问题科技委员会(Scientific Committee for Problems of the Environment)基于《生物多样性公约》的有关内容,特别是针对外来有害生物物种对环境、生物多样性、农牧

业生产造成的严重经济损失和危害,建立了全球入侵生物计划(Global Invasive Species Programme)。世界自然保护联盟(the World Conservation Union, IUCN)提出了制定外来入侵生物管理法规与准则的指南(Shine *et al.*, 2000)。南太平洋区环境计划(South Pacific Regional Environmental Programme, SPREP)针对太平洋地区的外来生物进行了现状评估与策略(Sherley, 2000)。由此可看出,国际上对外来有害生物的问题是极为重视的。2000年,国务院发布的《全国生态环境保护纲要》明确提出了“维护国家生态环境安全”的目标,使国家生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态。生态安全是国家安全和社会稳定的一个重要组成部分。生态破坏将使人们丧失大量适于生存的空间,并由此产生大量生态灾民而冲击周边社会的稳定。保障国家生态安全,是生态保护的首要任务。因此,发展对外来有害生物物种的预防与控制能力不仅是履行对国际公约的承诺,更重要的原因是,外来生物涉及到中国国家生态安全。

鉴于我国外来生物入侵的研究刚刚起步,外来入侵生物的现状与形势又十分严峻,要开展的工作很多,头绪也很复杂,应根据目前的紧急现状制定出优先行动计划。

(1) 建议由有关部门牵头,组织环保、检疫、农业、林业、渔业、轻工业、外贸等部门的专家工作委员会,制定中国外来有害生物研究与发展的中长期研究计划与策略。

(2) 严格执行并规范现有的进出口检疫制度,国家动植物检疫应根据我国的国情,在条件允许的情况下实施全面检疫,将可能入侵的有害生物拒之于国门之外。

(3) 对已入侵的有害生物,要摸清情况,迅速建立外来入侵生物信息库(包括其分布、生物生态学特性、控制方法与技术、国外的防治与预防的经验),并长期维持与更新信息,以便指导各有关部门的工作。

(4) 对早期入侵的有害生物(如苹果绵蚜、日本松干蚧、棉红铃虫、棉花枯黄萎病等),已有很多的基础研究,但需要根据近年发生与蔓延的情况,进一步完善预防与控制技术体系。

(5) 对新近入侵的有害生物,特别是已造成极大生态与经济损失的,要加大投资力度,紧急开展控

制技术研究。对全国性蔓延危害的入侵生物如烟粉虱(*Bemisia tabaci*)、松材线虫、稻水象甲、豚草、水花生、紫茎泽兰、水葫芦,要组织全国性联合攻关的研究队伍,有针对性地开展有关入侵生物学及控制技术研究。对局部地区蔓延危害的入侵生物如湿地松粉蚧、马铃薯叶甲(*Leptinotarsa decemlineata*)、薇甘菊等,目前尽管有关研究单位或多或少地开展了一些研究,但投资的力度不够,研究不深,尚未有完整的可行的控制技术体系,有些研究往往因为经费的问题而终止。

(6) 设立攻关专项研究课题,近期内开展下列专题研究:

a) 特定外来种的入侵生物学及入侵生态学基础研究(有些入侵生物在原产地并不是重要的有害生物,为什么入侵后往往呈爆发趋势,造成极大的经济损失)。

b) 特定生态系统或地理区域入侵种现状及影响的评估技术研究(特别要针对导致本地特定生态系统中物种的灭绝问题)。

c) 特定外来入侵生物对生态环境影响的风险评估体系及经济损失的模式研究(究竟外来有害生物对生态系统产生什么样的危害与损失,要有准确的定性定量评价,以便指导对其他可能的入侵生物的研究)。

d) 发展环保型控制外来有害生物的技术与方法研究(特别是对已建立稳定种群的一些有害生物,要开展以生物防治为主的长期控制技术研究(国外已有许多经验可借鉴。国内也已开展过许多研究,但需要进一步完善与加强)。

e) 控制外来生物入侵后的生态系统恢复与栖息生境复原技术与方法。

5 结语

生物入侵正成为威胁我国本地生物多样性与生态环境的重要因素之一,而且随着国际贸易往来、旅游业的发展而不断加剧。外来入侵种的生态代价是造成本地物种多样性和生态系统不可弥补的消失以及物种的灭绝,构成对生物多样性保护与持续利用及人类生存环境的威胁因素。其经济代价是农林牧渔业产量与质量的惨重损失与高额的防治费用。

生物入侵的危害已经引起了人们的警觉和注意,但由于缺乏对入侵生物的综合认识,研究基础

薄弱,对于入侵生物的控制技术和防范措施的研究才刚刚起步,还没有系统的完善的控制外来入侵生物的有关策略、程序与法规。系统地开展入侵生物学和入侵生态学的研究,探讨生物入侵的防范措施,已成为当今我国生态环境保护、农业生产、经济持续发展的重大课题。

参考文献

- 白鸥,朱一农,1999. 狙击生物入侵. 科技新时代, 54~57
- 陈永康,1989. 外来危险性病害杂草给四川农业生产造成的危害. 植物检疫, 3(6): 464
- 丁建清,王韧,范中南,陈志群,付卫东,1996. 恶性水生杂草——水葫芦在我国的发生危害及其防治. 杂草学报, 9(2): 49~52
- 高志强,1996. 福建滨海滩地米草资源开发利用问题. 福建农业大学学报, 25(1): 72~77
- 国家林业局(编),1998. 中国林业年鉴. 北京:中国林业出版社
- 奎嘉祥,匡崇义,和占星,周自玮,袁福锦,吴文荣,谢有标,1997. 中国云南南部建植臂形草混播草场防治飞机草的研究. 中国草地, (5): 55~58
- 李宏奎,王同顺,崔育才,赵长民,1998. 美洲斑潜蝇种群发生动态及防治对策. 中国农学通报, 14(3): 67~68
- 李丽英,王韧, D F Waterhouse, 1997. 中国南方农林有害节肢动物及杂草的分布和重要性 (ACIAR 专著第 46 号). Paragon Printers, Camberra, Australia.
- 李先誉,1997. 我国稻水象的发生与防治. 植物检疫, 11(增刊): 62~63
- 李扬汉(主编),1998. 中国杂草志. 北京:中国农业出版社
- 刘靖,熊建喜,张豹,赵明勤,朱文平,1999. 新疆棉花枯萎病迅速蔓延的原因及防治. 中国棉花, 26(9): 38~39
- 庞雄飞,李丽英,2000. 恶性杂草——薇甘菊. 大自然, (3): 24
- 强胜,1998. 世界性恶性害草——紫茎泽兰研究的历史及现状. 武汉植物学研究, 16(4): 366~372
- 谭万忠,1994a. 空心莲子草在我国的水平和垂直分布. 杂草学报, 8(2): 30~34
- 谭万忠,1994b. 空心莲子草对几种作物的损失测定. 杂草学报, 8(1): 28~32
- 田长彦,丁海涛,1999. 中国棉花枯萎病的研究与防治. 江西棉花, (3): 3~8
- 万方浩,关广清,王韧(编著),1993. 豚草及豚草综合治理. 北京:中国科学技术出版社
- 王凤图,张传义,张法孟,1995. 棉花枯萎病防治与皮棉产量的相关分析. 中国棉花, 22(8): 13~14
- 王献溥,1999. 生物入侵的生态威胁及其防除措施. 植物杂志, (4): 4~5
- 魏鸿钧,1997. 我国稻水象发生态势与持续控制. 植物检疫, 11(增刊): 60~62
- 夏凤云,1983. 豚草花粉过敏病. 植物检疫, (6): 18~19
- 杨西安,1993. 检疫性植物病害在河南发生分布之现状. 植物检疫, 7(4): 254~255
- 杨之为,王汝贤,李君彦,1993. 棉花枯萎病湖南省病田损失初步研究. 中国棉花, 20(6): 27~29
- 张彩霞,1997. 美洲斑潜蝇的普查和防治. 植物检疫, 11(增刊): 1~6
- 赵国晶,马云萍,1989. 云南省紫茎泽兰的分布与危害的调查研究. 杂草学报, 3(2): 37~40
- 赵清良,赵强,1997. 大米草对双赤围沙蚕生境中土壤改良作用的研究. 生态学杂志, 16(2): 28~30
- 中国农垦进出口公司(编著),1992. 农田杂草化学防除大全. 上海:上海科学技术文献出版社
- 中国农业年鉴编辑委员会,1997. 中国农业年鉴. 北京:中国农业出版社
- 中国农业年鉴编辑委员会,1998. 中国农业年鉴. 北京:中国农业出版社
- 中国农业年鉴编辑委员会,1999. 中国农业年鉴. 北京:中国农业出版社
- 中国农业年鉴编辑委员会,2000. 中国农业年鉴. 北京:中国农业出版社
- 中国植物保护学会植物检疫学会分会(主编),1993. 植物检疫害虫彩色图谱. 北京:科学出版社
- 中华人民共和国北京动植物检疫局(编著),1999. 中国植物检疫性害虫图册. 北京:中国农业出版社
- 中华人民共和国动植物检疫局,农业部植物检疫实验所(编),1997. 中国进境植物检疫有害生物选编. 北京:中国农业出版社
- Sherley G (ed.), 2000. Invasive Species in the Pacific: a Technical Review and Draft Regional Strategy. South Pacific Regional Environmental Programme
- Shine C, N Williams and L A Gundling, 2000. Guide to Designing Legal and Institutional Frameworks on Alien Invasive Species. IUCN, Gland, Switzerland Cambridge and Bonn

(责任编辑:时意专)