

“外来物种的入侵生态学效应及管理技术研究”取得重要进展

张润志 *

(中国科学院动物研究所 北京 100101)

关键词 生物入侵, 外来物种, 研究进展

人们出于经济、美化环境和心理等各种原因, 大量引入外来物种; 尤其在国际贸易和人们交往日益频繁的今天, 由于意外而引入的外来入侵物种数量更大, 这些外来物种越来越多地对本地生态系统产生影响, 且入侵物种的数量和影响范围越来越大。外来物种入侵对世界各地的环境和经济发展造成了巨大危害和严重威胁, 并且危害和威胁还在逐渐加剧, 因此生物入侵已成为当今世界各国、各相关国际组织、科学家乃至公众最为关注的重大事件之一。外来物种入侵的影响, 涉及社会、经济、环境、军事、健康、法律、管理和政治等多个方面, 对人类提出了挑战。2002年, 中国科学院启动了知识创新工程重大项目“外来物种的入侵生态学效应及管理技术研究”。

1 总体思路与设计

外来物种入侵的生物学本质、入侵后对生态系统的影响, 是生态学面临的重要科学问题, 也是国际生物 / 生态学界研究的热点。采取措施减少或消除外来有害物种的影响也是我国经济可持续发展、社会进步、环境保护所必须解决的现实问题。该项目在研究对象上注重点面结合, 在科学问题上注重纵横联络。在面上, 外来种信息系统将提供

目前我国危险的外来种数据库、对主要潜在入侵种提供预警、对入侵种的扩散提供预测; 在点上, 集中研究松材线虫传媒、紫茎泽兰和高原入侵鱼类等重要外来有害生物。在科学问题方面, 强调生态系统管理, 从生态系统结构和功能上揭示成灾原因和控制依据, 对外来种的入侵、扩散、暴发等进行研究, 揭示外来物种与土著种的竞争机理。该项目紧密结合国家重大需求与国际科学前沿, 以我国目前传播面广、危害严重的外来动物、植物和国际研究焦点——高原湖泊外来鱼类为研究对象, 从我国外来物种信息管理系统、重要外来物种入侵的生态学机制和效应及重要入侵种的关键控制技术三个方面开展研究, 解决外来种生态学效应的若干重大科学与技术问题, 为国家外来有害生物治理和适应 WTO 国际规则提供关键技术措施, 为生物入侵的预警和治理提供决策依据。

2 重要成果和进展

(1) 完成了外来种信息管理的应用软件和数据库建设, 研制了“外来物种信息系统”。数据库所涉及信息包括: 物种信息: 名称、来源、入侵与释放的时间和地点或可能入侵途径等。主要形态鉴别特征, 建立外来入侵物种的图文交互检索系统的接口; 地理信息: 提供分布区预测, 构建物种变化

* 中国科学院动物研究所研究员, 该项目主管
收稿日期: 2007年11月1日

的动态模型,模拟物种的动态变化和可能的迁移、扩散途径和速度,评估外来种对其侵入地区的生态系统、生物多样性的影响,衡量、评价外来种侵入的危险性和可适性;

生态信息:适生条件、已知危害、进入我国的潜在危害,生态限制因素等; 其它信息:原产地国已有的工作、贸易控制的必要性、文献、图像等。该信息管理系统收录了1300种外来种或潜在危险性的物种,为我国入侵物种的管理奠定了坚实的基础。

(2)发现、鉴定了8种新的外来入侵种(红火蚁、红脂大小蠹、稻水象甲、褐纹甘蔗象、水椰八角铁甲、澳洲阿克象、长芒苘和锈色棕榈象),并就有关情况和风险向农业部和国家林业局提出了建议。据此,农业部对红火蚁、褐纹甘蔗象,国家林业局对水椰八角铁甲和锈色棕榈象等进行全面普查与封锁控制。项目组创办的《中国生物入侵警报》,引起国家林业局、农业部、国家质检总局等有关部门的高度重视,已作为重要信息转发全国植物保护、森林保护、植物检疫基层单位,成为这些职能部门预防和控制生物入侵的重要指导信息。同时,就我国生物入侵的新动向、新策略以及相关重要问题,向中央、国务院提供了大量相关建议报告,获得胡锦涛总书记、温家宝总理等党和国家领导人重要批示的报告15份。

(3)重要农林入侵生物防治技术取得突破性进展。发现了一个能够特异性扩增松材线虫的SSR(Simple Sequence Repeats)位点,利用这个新位点不仅能够对成虫进行扩增,而且对幼虫也能扩增。采取直接将虫体压碎获得模板DNA的方法,使松材线虫快速检测技术从24小时缩短到2.5小时,在检测精度方面,可以灵敏检测到1条松材线虫的存在,并能够区分目前最容易造成误检的拟松材线虫,这项技术在贸易物品快速通关、疫区封锁控制等方面将发挥重要作用,

具有广泛的应用与产业化前景。研制了松材线虫传媒——松墨天牛补充营养阶段引诱剂和驱避剂。野外实验结果显示,诱集到的携带有松材线虫的松墨天牛占诱集到种群数的28%,实现了零的突破。这为其它钻蛀性害虫引诱剂在我国的推广应用解决了技术难题。诱捕器内装载病原真菌能够使真菌的致病力与持续时间大大提高与延长,70%以上的松墨天牛成虫在进入诱捕器后都能够后续的测定观察中被证实因感染真菌而死亡。揭示了松墨天牛的抗寒性特征。发现不同季节松墨天牛的过冷却点有差异,5龄幼虫SCP春季显著高于夏季和秋季,秋季显著高于夏季,同一季节松墨天牛不同虫态和不同虫龄的过冷却点和结冰点有显著差异。这些特征为松墨天牛对松材线虫的传播能力和抗寒机理研究提供了重要科学依据。证实我国新疆仅有马铃薯、茄子、番茄和野生植物天仙子单一寄主植物可以使马铃薯甲虫完成生活史并保持种群,马铃薯为马铃薯甲虫的最适寄主,其次为天仙子。创制马铃薯甲虫越冬地地膜覆盖控制技术,研制一年生天仙子作为诱集带的成虫消灭技术,筛选并制定了化学药剂封锁控制技术。与农业部及新疆植保部门等密切合作,研制、整合、完善并实施了以“捕、诱、毒、饿、治”为方针的“马铃薯甲虫封锁与控制技术”,为15年来控制马铃薯甲虫于新疆境内发挥了重要作用。该成果获2005年度国家科技进步奖二等奖。

(4)入侵植物紫茎泽兰入侵特性与防治技术取得重要进展。在云南野外调查时发现3种未曾报道的取食紫茎泽兰的昆虫,为实施生物防治提供了重要途径。证实了紫茎泽兰为三倍体无融合生殖,证实其核型为51条染色体,3倍体, $n=17$,种子为无融合生殖。提出温度和水分适应性是预测紫茎泽兰在我国扩散的重要依据,干旱胁迫下紫茎

泽兰的丙二醛含量逐渐增加,水分条件的适应能力是紫茎泽兰扩散的重要限制因子。发现紫茎泽兰利用与当地大多数植物在生长发育过程中存在着明显的时间差:即紫茎泽兰能够通过旱季前的种子萌发来利用大多数当地植物休眠旱季所留下的时间生态位空缺进行生长,占据生态系统的空间生态位,当雨季来临时紫茎泽兰已经把时间生态位优势转化为空间生态位优势,从而实现入侵生态系统。这种现象在水分条件比较优越的环境中表现得尤为突出。因此,针对紫茎泽兰这种生长发育特点,不但掌握了治理紫茎泽兰入侵的关键时期,安排试验加强对紫茎泽兰旱季生长发育规律的研究,而且更加明确了从本地植物中筛选替代种的目标。研制紫茎泽兰的替代控制技术,完成试验示范面积 10 000 亩。

(5) 在外来鱼类对水生生态系统的结构和功能影响方面取得高水平成果。在云南抚仙湖新发现 10 种外来鱼类,包括罗非鱼、黄颡鱼、欧洲鳗、高背鲫鱼、革胡子鲶、南方鲇、翘嘴鲇和清道夫,其中来自南美的水族观赏鱼类清道夫系首次在云贵高原湖泊中发现,这说明云贵高原湖泊的外来鱼类已经不仅仅局限于水产养殖鱼类。完成了 4 种外来入侵鱼类(棒花鱼、麦穗鱼、子陵吻鰕虎鱼和黄颡鱼)生物学特征的对比研究。结果表明,这些小型鱼类在入侵到抚仙湖后 40 多年的时间里,出现了繁殖季节的延长或滞后、初次性成熟前个体生长速度的提高、性比和繁殖力增大或降低以及卵粒的减小等繁殖对策上的变化。发现了外来鱼类与土著鱼类遗传渗透关系。普通鲤鱼通过杂交渗透对星云湖大头鲤造成的危害是无法挽回的。如果仅仅是鳙的食性竞争造成了大头鲤数量减少,理论上可以通过移除鳙使大头鲤恢复到以前的种群大小。然而,普通鲤鱼的杂交渗透使大头鲤纯种群体被杂种群代替,大头鲤的起

源遗传样本已经不再存在,所以通过移除普通鲤鱼或大头鲤的人工饲养繁殖,都不可能使杂种群还原为以前的大头鲤种群。证实外来鱼类引入导致土著鱼类种类显著减少,揭示抗病力是外来鱼类占据竞争优势的重要原因,水体富营养化对外来鱼的摄食和生长有显著影响,由于土著鱼类和外来鱼类在消化功能方面适应能力的不同,而导致了种群显示出了不同的发展特点。有关成果在包括 Science 杂志等发表论文 20 多篇。

3 研究工作体会与建议

该项目不仅为国家应对入侵生物提供了信息管理、科学前沿探索以及重要实用技术,同时也提高了中国科学院在生物入侵领域的学术水平和学术地位。

生物入侵毕竟是一个全世界共同面临的越来越严重的问题,随着全球经济一体化、国际贸易额度快速增长和人员往来的快速增加,生物入侵形势不可避免地会更加严峻。正如中国科学院路甬祥院长 2003 年 9 月 5 日听取该项目汇报时指出:“外来物种控制研究是一个非常重要的领域,要长期进行下去;外来物种研究的重要性不言而喻,它是直接关系到国家的生态安全的大问题,涉及农林业发展和资源环境保护等许多重要方面,研究的焦点一定要集中在国家战略需求方面”。然而,该项目所涉及的我国入侵生物种类还很有限,其他关系到国家粮食、水果和环境安全的重要入侵生物如稻水象甲、红火蚁、苹果蠹蛾、美国白蛾、互花迷草等,尚未能安排。虽然应对入侵生物的预防为主的控制策略相同,但每种入侵生物所涉及的科学问题以及控制技术是很不相同的,如果能够继续在这些入侵物种研究方面进行布局,充分利用该项目的知识储备与技术积累,中国科学院将会在国家应对生物入侵方面做出更大、更全面的科技贡献。