

对生物入侵研究对策的思考^{*}

苏荣辉 姜治平

张润志

(中国科学院生命科学与生物技术局 北京 100864) (动物研究所 北京 100080)

摘要 简要介绍了生物入侵造成的危害及原因,分析了外来种对国家发展、生态安全和农林牧生产的影响,阐述了开展相关科学研究的必要性、迫切性和重大意义。在提出研究工作以面向国家需求目标、国际科学前沿、高新技术应用为战略目标的基础上,阐明生物入侵研究应以外来种的生态学效应为核心,即生物本身的传播扩散、短期演变、潜伏积累、生态适应、竞争爆发过程以及新的生态系统原有的结构与功能发挥排斥与接受作用的过程。

关键词 生物入侵,外来种,预警,控制



随着国际贸易的发展和人们交往的增加以及全球环境的变化,生物种类在全球扩散的机会也大大增加,外来物种对农林牧生产造成的损失相当惨重。据估计,美国因入侵种造成的直接和间接经济损失每年达

1 370亿美元^[1]。英国目前已花费约 62.5 亿美元用于消除“疯牛病”造成的混乱,大约 400 万头牛被屠宰,牛肉制品的出口下降了 99%。近年来,许多动物、植物和微生物入侵我国,也造成了巨大的经济损失,如薇甘菊、水葫芦、松材线虫、美洲斑潜蝇、稻水象甲、红脂大小蠹、美国白蛾等。这些主要外来入侵物种造成的经济损失平均每年达 574 亿元人民币。生物入侵一旦形成,控制费用非常巨大,仅对

美洲斑潜蝇的控制费用,我国每年就需要花费 4.5 亿元。

物种入侵是居于生境破坏之后的第二种导致生物多样性丧失的主要原因,对全球环境和生物多样性保护构成威胁^[2]。上个世纪,在美国灭绝的鱼类中有 68% 与生物入侵有关^[1]。我国云南水域中的 432 种土著鱼类中,近 5 年来一直未采集到标本的鱼类约有 130 种,约占总种数的 30%;另外约有 150 种鱼类在 60 年代是常见种,现在已是偶见种,约占总种数的 34.7%;余下的 152 种鱼类,其种群数量均比 60 年代明显减少,而其中外来鱼类的引入是这些土著鱼类减少的最主要原因。生物入侵对于其新的栖息地而言,就成了外来种。外来种之所以能破坏生态平衡,加速物种灭绝,毁灭农业生产,影响国际贸易,危害人类生命,威胁国家安全,是由于以下几个原因:(1) 新的环境条件更适合外来种的繁育,除了其生存所必须的自然气候条件外,还可能包括更为广阔的生存空间和更为丰富的

* 收稿日期:2002 年 8 月 26 日

食物条件^[3]; (2) 外来种常常失去了其固有的自然控制因素, 使种群增长异常迅速, 这些自然控制因素在其原产地可能是控制其种群数量的关键因子^[4]; (3) 新的栖息地生态免疫能力弱, 本地缺少具有相同或相近生态位的物种, 或者这些物种的竞争能力差, 同时新的生态系统中又极度缺乏对外来种的控制因素或控制能力增长缓慢^[5]; (4) 对外来种的控制技术研究落后。控制有害生物, “预防”经常作为“方针”, 而缺少实质性的“预”, 这包括基础研究和应用技术研究等有关“预”方面的内容。这方面研究的滞后, 往往也是外来种能够造成极其严重危害的一个重要原因。我国目前生物入侵的现状概括起来是: 数十种有害生物猖獗危害, 数百种危险生物敲击国门, 数千种生物输入翘首以待。在我们控制外来种进入的同时, 还要适应新的国际贸易规则, 以科学研究为基础, 以强有力的科学依据保证我国在国际贸易中的合法权益。

1 生物入侵研究的紧迫性

目前, 在 40 多个国际公约、协议和指导准则中, 均涉及到外来入侵种问题, 特别是在《生物多样性公约》中, 呼吁所有缔约国阻止引入那些威胁生态系统、栖息地或物种的外来种, 控制或根除那些已经引入的外来种。

中国加入 WTO 后, 国际贸易将日益频繁, 外来种人为传入机会大大增加, 而我们又不能再强行设置贸易壁垒。但与控制外来种密切相关的两个国际规则(ISPS 协议——实施卫生与植物卫生措施协议和 TBT 协议——贸易技术壁垒协议) 中均明确规定: 在有充分科学依据的情况下, 为保护生产安全和国家安全, 可以设置一些技术壁垒, 以阻止有害生物的入侵危害。只有加强外来种和生物入侵的基础科学研究, 才能为保护国家安全和公平国际贸易提供重要科学依据。同时, 我国目前已有许多外来种侵入, 国家亟需基础科学依据和控制技术, 以期达到对外来种的可持续控制。

通过对外来种基础科学与控制技术的研究, 充分应用分子生物学、生物化学、信息网络和生物生态学等技术, 建立起既能为公众服务, 也能为国家决策提供依据的应用技术平台, 全面提升我国在生

物灾害研究领域的国际学术地位。

2 生物入侵研究的科学问题

生物入侵最显著的特点就是生物的生存环境发生了重大改变。一个物种从进入新环境到“反客为主”, 通常要经历迁徙扩散(自然或人为)、潜伏积累(适应演变)、竞争发展(种群爆发) 等重要过程。在这个过程中, 一方面是生物本身的演变、适应、竞争、爆发的过程; 另一方面就是新的生态系统原有的结构与功能所发挥的排斥与接受的过程。因此, 生物入侵或者外来种研究的核心科学问题, 就是外来种的生态学效应问题^[6,7]。

2.1 入侵生物的短期演变规律

生物在一定环境条件下, 经过长期进化而获得其特有生物学和生态学属性。当侵入到新的环境时, 在特殊的刺激和胁迫(环境因素、食物因素) 下, 其繁殖行为、适应性、危害性和形态特征将发生一系列的变化, 进而可能发生染色体水平的变异。通过实验模拟技术, 验证生物入侵过程中生物本身在基因水平、细胞水平和组织器官水平上的变化规律, 可以探讨生物的短期演变规律和进化趋势。

2.2 入侵生物的潜伏机能

许多生物可以通过各种方式主动或被动地侵入新的区域, 但其种群数量不一定很快上升, 只有遇到特定环境条件时, 才开始在发育、繁殖方面表现出特殊能力。另一方面, 有些经受不了长时间等待的生物, 可能生存不下去。这就是生物入侵过程中必须要经过的重要环节——潜伏。生物的潜伏机能, 往往可以决定其能否达到成功入侵并具备与土著生物的竞争能力。决定生物的潜伏机能的遗传学、进化学和生物生态学基础理论问题, 是认识生物入侵的本质所在, 因为这与协同进化选择的地理结构和动态有密切关系^[8]。

2.3 入侵生物的生态适应机理

入侵生物不可避免地要面对新的环境条件甚至新的食物因素。在时间序列上, 从其原产地、过渡地到新的侵入地的过程中, 生物在生态环境适应

方面必然发生重大变化。不同的生物,最大的限制因素不一定相同。动物、植物和微生物是如何克服生态适应性的限制因素的呢?这是生物形成入侵的关键所在^[9]。

2.4 入侵生物的种群竞争机制

在生物适应了新的环境条件、入侵形成以后,遇到的重要问题就是与新栖息地其它生物的竞争,包括在空间和能量方面的激烈竞争。在生态位相近的生物物种中,竞争尤其激烈。在与土著种生物的竞争中,入侵种必须具有更独特的能力才可以取胜。事实上,许多入侵种具备强大的竞争能力,他们竞争能力的生物学基础成为国际生物学研究前沿领域的重要内容^[10]。

2.5 入侵生物预警与控制机理

入侵生物也要面临新的威胁^[11]。在其种群发展的过程中,新环境条件下的各种敌害生物也是限制入侵生物活动的重要因子。反过来,生物入侵到新的栖息地后,也失去了其原产地的控制因素。在这种平衡被打破后,就不可避免地造成部分入侵生物种群数量激增,从而产生对环境、农业和地域安全的极大破坏。探讨在生物入侵之前的科学预警以及入侵生物爆发的机理,是减少和避免生物入侵造成极其严重危害的重要依据。应针对不同的外来种,探讨超前研究、合理拦截、果断根除、永久控制的策略与技术。

3 我国已有的研究基础

我国在生物入侵的研究方面,已具有很好的基础。例如,中国科学院在全国不同类型地区建立了80多个资源、环境、生态研究的野外观测试验站,并初步建成中国生态系统研究网络;抗美援朝期间准确鉴定并揭露美国使用昆虫和老鼠等动物发动细菌战罪证;编研完成255卷册中国植物志、动物志和孢子植物志,蝗虫生态学及飞蝗治理;率先发现美洲斑潜蝇、稻水象甲、红脂大小蠹等入侵害虫以及提出的控制策略与技术,生物多样性保护与永续利用,生态系统的退化与恢复,等等。另外,国家农业部、林业总局、质量监督检验检疫总局、环境保护总局以

及教育部等所属的一些科研机构和大专院校,也不不同程度地开展了相关研究。许多研究成果以及所提出的理论和方法已广为应用,为国家经济建设、社会发展的宏观决策做出了重大贡献。上述相关工作多年的基础积累,为深入开展生物入侵的研究奠定了必要的基础。

4 国内外与生物入侵研究相关的组织机构

生物入侵问题,实际上就是生物多样性的变化问题,同时也是环境保护所关注的最重要问题之一。涉及外来种和生物入侵有关研究内容的国际组织非常多,在世界各主要国家均有设置。在涉及外来种的入侵地与原产地的国家或地区之间,常常可以开展密切的国际合作,主要是借鉴原产地控制策略与引进天敌等控制技术。另外,国际上有很多相关组织设置了对全球性的环境和生物多样性保护方面的基金,以促进相关国家的合作并获得更广泛意义上的利益。如联合国粮农组织(FAO)、联合国教科文组织(UNESCO)、联合国环境规划署(UNEP)、国际自然与自然资源保护联盟(IUCN)、世界银行全球环境基金(GEF)等,一些有重要全球性意义的相关研究与技术应用计划,常可以获得这些组织的支持。

开展生物入侵与外来种的相关研究,是对国家发展有重大战略意义的科学项目,必须要有长远规划和强大的经费支撑。因此,需要国家有关部门,包括商业、旅游、工业、军事、大众健康等领域的生物学家、生态学家、地理学家、经济学家、社会学家等从各个角度进行合作。科技部、质量监督检验检疫总局、环境保护总局、农业部、林业总局、自然科学基金委员会等,均在关注该项研究工作的开展,因此,与各部门密切合作,争取各方面的经费支持,也是生物入侵研究工作能顺利进行并取得预期成果的重要步骤。

主要参考文献

- 1 Pimentel D, Lach L, Zuniga R. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 2000, 50: 53- 65.
- 2 Mack R N, Simberloff D, Lonsdale W M et al. Biotic inva-

- sions: Causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, 2000, 10: 689– 710.
- 3 Elton C E. *The Ecology of invasions by animals and plants*. New York: Chapman and Hall, 1958.
 - 4 张润志, 康乐. 侵入型害虫的成灾机制与防治对策. *昆虫知识*, 1999, 36(3): 181– 183.
 - 5 Keane R M, Crawley M J. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 2002, 17: 164– 170.
 - 6 Chapin F S, Walker B H, Hobbs R J et al. Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science*, 1997, 277: 500– 504.
 - 7 康乐. 外来种入侵的生态学效应. *中国科学院科学发展报告*, 1999, 106– 110.
 - 8 Thompson J N, Cunningham B M. Geographic structure and dynamics of coevolutionary selection. *Nature*, 2002, 417: 735 – 738.
 - 9 Tabashnik B. Pest adaptation. *Nature*, 1997, 389: 778.
 - 10 Callaway R M, Aschehoug E T. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science*, 2000, 290: 521– 523.
 - 11 Dukes J S. Species composition and diversity affect grassland susceptibility and response to invasion. *Ecological Applications*, 2002, 12: 602– 617.

Considerable Opinion on the Research Strategy to Biological Invasion

Su Ronghui Lou Zhiping

(Bureau of Life Science and Biotechnology, CAS, 100864 Beijing)

Zhang Rungzhi

(Institute of Zoology, CAS, 100080 Beijing)

Based on the presentation of damage of biological invasions and the impacts on national development, ecological safety and agro- forestry production, the paper pointed out that the relative scientific researches on biological invasions are critically necessary and significant. The strategic target is of national requirements, international level work and application of high technology. The main researches may focus on the ecological effects of alien invasive species including their spread and diffusion, quick evolution, dormancy, ecological adaptation, competition, eruption, as well as the repellency and acceptance of a new ecological system.

苏荣辉 中国科学院生命科学与生物技术局综合规划处处长, 博士, 研究员。1962 年 5 月出生。1988—1990 年在日本京都大学从事研究工作。1992—1993 年日本大阪市立大学访问学者。研究领域为植物与昆虫的关系、昆虫信息素、植物化学, 发表论文 20 多篇。1995 年起从事科技管理工作。