



全国高等院校规划教材



入侵生物学

INVASION BIOLOGY

万方浩 侯有明 蒋明星 主编

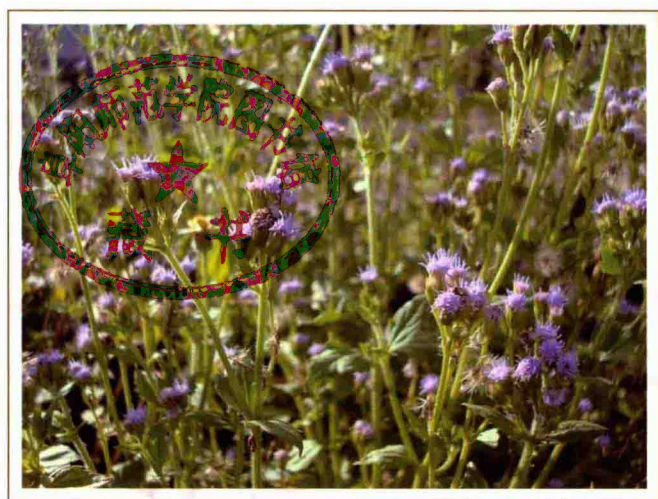


科学出版社

全国高等院校规划教材

入侵生物学

万方浩 侯有明 蒋明星 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本教材包括入侵生物学概论、外来种的入侵过程、入侵种的生物学特性、生物入侵中的种间关系、生态系统的可入侵性、生物入侵的预防与控制、生物入侵的管理、重要农林入侵物种共8章内容，重点介绍了生物入侵领域的基本概念和基础理论知识，预防、控制和管理入侵生物的策略、技术和方法，以及我国33种重要农林入侵物种的入侵生物学和防控技术等。

本书可作为植物保护、生物安全、生态学等专业本科生和研究生的教材，也可作为相关专业开设选修课的教材，并可供植物检疫、农业技术推广等部门的管理和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

入侵生物学 / 万方浩, 侯有明, 蒋明星主编. —北京: 科学出版社, 2015.6

ISBN 978-7-03-044524-7

I. ①入… II. ①万… ②侯… ③蒋… III. ①生物—入侵种—研究 IV. ①Q16

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第116441号

责任编辑: 王 静 李秀伟 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 北京铭轩堂广告设计有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京利丰雅高长城印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015年6月第一次印刷 印张: 20 1/4

字数: 456 000

定价: 138.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《入侵生物学》编委会

- 主 编** 万方浩 中国农业科学院植物保护研究所
侯有明 福建农林大学植物保护学院
蒋明星 浙江大学农业与生物技术学院
- 副主编** 严 盈 中国农业科学院植物保护研究所
杨国庆 扬州大学园艺与植物保护学院
褚 栋 青岛农业大学农学与植物保护学院
桂富荣 云南农业大学植物保护学院
陆永跃 华南农业大学资源环境学院
- 编 委** (按姓氏笔画排序)
- 马 骏 广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心
王 瑞 中国农业科学院植物保护研究所
王进军 西南大学植物保护学院
王建国 江西农业大学农学院
王源超 南京农业大学植物保护学院
史梦竹 福建省农业科学院植物保护研究所
冯 洁 中国农业科学院植物保护研究所
刘万学 中国农业科学院植物保护研究所
孙江华 中国科学院动物研究所
李志红 中国农业大学农学与生物技术学院
邱宝利 华南农业大学资源环境学院
张风娟 河北大学生命科学学院
张桂芬 中国农业科学院植物保护研究所
张润志 中国科学院动物研究所
陈万权 中国农业科学院植物保护研究所
林进添 仲恺农业工程学院农学院
周忠实 中国农业科学院植物保护研究所
周洪旭 青岛农业大学农学与植物保护学院
冼晓青 中国农业科学院植物保护研究所
胡白石 南京农业大学植物保护学院

洪晓月 南京农业大学植物保护学院
高 磊 上海市园林科学研究所植物保护研究部
郭文超 新疆农业科学院植物保护研究所
郭建英 中国农业科学院植物保护研究所
谈家金 南京林业大学林学院
黄 成 南京大学生命科学学院
彭 露 福建农林大学植物保护学院
彭正强 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所
彭德良 中国农业科学院植物保护研究所
傅建炜 福建省农业科学院植物保护研究所
鲁 敏 中国科学院动物研究所
臧连生 吉林农业大学生物防治研究所
鞠瑞亭 上海市园林科学研究所植物保护研究部

前 言

生物入侵是当前人类面临的一个重大问题，事关各国的经济发展、社会稳定和生态安全。在世界范围内，经过半个多世纪尤其是最近 10 多年的发展，生物入侵研究业已成为生物学、生态学研究的前沿阵地，成为生物资源保护、经济持续发展和生态文明建设的重要主题。在我国，随着经济的快速发展，特别是国际贸易往来和跨国旅游人数的与日俱增，外来有害生物入侵的问题愈加突出，形势愈加严峻。为此，我国政府近年来加大了对生物入侵领域的科研投入，立项了许多重点、重大课题，专门用于生物入侵的基础理论与防控技术研究。例如，连续两期的国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目“农林危险生物入侵机理与控制基础研究”（2002CB111400，2002~2008 年）和“重要外来物种入侵的生态影响机制与监控基础”（2009CB119200，2009~2013 年）、中国科学院知识创新工程重大项目“重要外来种的入侵生态学效应及管理技术研究”（KSCX1-SW-13，2003~2008 年）、国家“十一五”科技支撑计划课题“农业入侵物种区域减灾与持续治理技术”（2006BAD08A18，2006~2010 年）和科技部基础性工作专项“中国外来入侵物种及其安全性考察”（2006FY111000，2007~2009 年）等。

经过研究人员的共同努力，我国对外来生物入侵的研究取得了显著成绩。例如，我国学者在 *Science* 等国际知名杂志上发表了生物入侵方面的科研论文。编著了《入侵生物学》、《生物入侵：预警篇》、《生物入侵：检测与监测篇》、《生物入侵：生物防治篇》、《生物入侵：管理篇》、《中国生物入侵研究》等生物入侵系列专著。一些科研成果获得国家科技进步奖二等奖，如“入侵害虫蔬菜花斑虫的封锁与控制技术”（2005 年）、“重大外来入侵害虫——烟粉虱的研究与综合防治”（2008 年）、“橘小实蝇持续控制基础研究及关键技术集成创新与推广”（2009 年）、“主要农业入侵生物的预警与监控技术”（2013 年），以及海南省科技进步奖特等奖项目“利用寄生蜂防治重大入侵害虫椰心叶甲的研究与应用”（2010 年）。而且，我国已建成一批国家级或区域性生物入侵科研平台，如 2003 年依托中国农业科学院成立了农业部外来入侵生物预防与控制研究中心、2005 年成立了华南农业大学红火蚁研究中心、2008 年成立了国家农业生物安全科学中心等。我国创立了入侵生物学学科，创建了外来入侵物种普查、入侵机制基础理论、入侵物种预防与控制技术的研究体系。经过 10 多年的发展，我国入侵生物学学科日趋成熟。

在国际上，我国生物入侵领域的研究影响力逐步增强。过去 10 年，我国成功举办了多次以生物入侵为主题的国际研讨会，如“中国外来生物入侵预防与管理”国际科学家峰会（2004 年，北京）、亚太经济合作组织（APEC）外来入侵生物防治国际研讨会（2005 年，北京）、第一届（2009 年，福州）和第二届（2013 年，青岛）国际生物

入侵大会，以及第五届国际烟粉虱大会（2009年，广州）等。

尤其值得欣喜的是，在人才培养方面，我国形成了一支专门从事入侵生物学研究的队伍，许多高校相继成立了入侵生物学相关的本科专业，培养人数逐年上升，为我国生物入侵研究事业的不断发展奠定了基础。同时我们看到，在本科教学方面，虽然国内入侵生物学相关专业已成立多年，但尚没有一部专门的入侵生物学教材，给教学带来极大不便。上述已出版的入侵生物学的系列专著，虽然内容丰富，但不甚适用于本科教学。在此背景下，组织国内入侵生物学研究及教学第一线的骨干人员，群策群力，编写一本适合于本科教学的《入侵生物学》教材，不仅急迫，而且十分必要。因此，本教材的出版，满足了当前高校入侵生物学相关专业教学的迫切需要。

本教材共有8章，主要内容分为外来物种入侵的基本理论知识和我国重要农林入侵物种介绍两部分。在内容安排方面，本教材重视对成熟理论和概念的解说，同时辅之以丰富的案例介绍，为课堂教学提供清晰的思路和多样的素材，便于学生学习和理解。同时，鉴于入侵生物学研究进展很快，新知识不断涌现，我们尽可能使本教材能够体现该学科的新进展。另外，参编者大多数是当前从事生物入侵研究的中青年骨干人员，其中许多又是在高校从事教学的教师，因此编写过程中融入了参编人员在科研和教学方面的体会，以使本教材既体现科学性，又能满足高校教学规律的要求，方便师生使用。

在本教材编写过程中，得到国内外诸多同行的关心、支持和帮助，许多单位和个人热情提供了相关图片或照片。在此一并表示衷心的感谢！

入侵生物学是一门年轻的学科，知识更新非常快，加上时间仓促，编者水平有限，书中所述难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2014年10月

目 录

前言

第一章 入侵生物学概论	1
第一节 生物入侵对经济、生态和社会的影响	2
第二节 入侵生物学的基本概念	6
一 入侵的、入侵性、入侵	6
二 外来入侵生物、外来有害生物、外来入侵种	7
三 本地种、外来种	7
四 传入种、临时种、归化种与入侵种	8
第三节 入侵生物学的研究历史与现状	8
一 萌芽期 (20 世纪 80 年代之前)	9
二 成长期 (20 世纪 80 年代)	10
三 快速发展期 (20 世纪 90 年代至今)	10
第四节 入侵生物学的研究范畴	15
一 研究思路与科学问题	15
二 基本模式和研究内容	16
三 入侵生物学学科体系构建	17
思考题	18
第二章 外来种的入侵过程	19
第一节 种群传入	20
一 自然传入	20
二 无意传入	21
三 有意引入	23
第二节 种群定殖	27
一 相关术语	27
二 繁殖体压力对定殖的影响	28
三 外来种自身特性对其定殖的影响	31
四 种间关系对定殖的影响	32
五 生态系统可入侵性对定殖的影响	34
第三节 种群潜伏	35
第四节 种群传播、扩散和暴发	36
一 扩散的类型	37
二 扩散的途径	38
三 影响扩散的因素	40
四 种群暴发	41
思考题	41

第三章 入侵种的生物学特性	43
第一节 生活史特征	44
一 入侵植物的生活史特征	44
二 入侵动物的生活史特征	51
三 内在优势假说	55
第二节 表型可塑性	55
一 表型可塑性的类型	56
二 表型可塑性水平的影响因素	57
三 表型可塑性与生物入侵的关系	57
四 表型可塑性的进化	60
第三节 适应性进化	61
一 适应性进化的常见类型	62
二 适应性进化的性状	62
三 适应性进化的途径	65
四 适应性进化对入侵种群增长的影响	73
五 进化和可塑性在生物入侵中的作用比较	73
思考题	75
第四章 生物入侵中的种间关系	77
第一节 竞争	78
一 竞争的类型	78
二 竞争在生物入侵中的作用	82
三 竞争力增强进化假说	83
第二节 寄生/捕食	84
一 入侵种对寄生/捕食的反应	85
二 寄生/捕食在生物入侵中的作用	86
三 天敌解脱假说	86
第三节 互利共生	89
一 互利共生的类型	90
二 互利共生在生物入侵中的作用	90
三 互利助长假说	92
第四节 入侵植物的化感作用	93
一 植物化感作用的基本概念	93
二 入侵植物化感作用的理论依据	93
三 入侵植物化感作用的案例	95
思考题	96
第五章 生态系统的可入侵性	97
第一节 物种多样性与生态系统可入侵性的关系	98
一 负相关关系	98
二 正相关关系	101
第二节 可用资源与生态系统可入侵性的关系	102
一 可用资源与可入侵性关系的原理	102
二 可用资源与可入侵性关系的案例	103
三 可用资源与可入侵性关系的应用	109

第三节 干扰与生态系统可入侵性的关系	110
一 干扰的定义和分类	110
二 干扰与生物入侵的相关性	110
三 干扰导致可入侵性增加的原理	112
四 干扰导致可入侵性增加的案例	113
思考题	116
第六章 生物入侵的预防与控制	117
第一节 生物入侵的风险评估	118
一 开展风险评估的目的和重要性	119
二 生物入侵的风险识别	120
三 生物入侵的风险评估	120
四 生物入侵的风险管理	125
第二节 外来种的口岸检疫与除害处理	126
一 口岸动植物检疫的实施范围	127
二 口岸动植物检疫的主要程序	128
三 外来种口岸检测技术	130
四 外来种口岸除害处理技术	132
第三节 入侵种的国内检疫与野外监测	134
一 国内检疫与疫情处理	134
二 入侵种的野外监测	136
第四节 入侵生物的控制	137
一 农业防治	138
二 替代控制	139
三 生物防治	141
四 物理机械防治	146
五 遗传控制	148
六 化学防治	148
七 综合治理	149
思考题	150
第七章 生物入侵的管理	151
第一节 国际公约	152
一 国际公约简况	152
二 指导性原则	152
第二节 法律法规	154
一 中国	154
二 美国	156
三 加拿大	157
四 澳大利亚	158
五 日本	159
第三节 行动规划	161
一 中国	161
二 美国	165
三 加拿大	166

四 澳大利亚	166
五 日本	167
思考题	167
第八章 重要农林入侵物种	169
一 小麦矮腥黑粉菌	170
二 大豆疫霉	174
三 梨火疫病病菌	178
四 豚草	182
五 三裂叶豚草	186
六 紫茎泽兰	189
七 薇甘菊	192
八 加拿大一枝黄花	196
九 黄顶菊	198
十 五花米草	201
十一 空心莲子草	205
十二 凤眼蓝	208
十三 西花蓟马	212
十四 烟粉虱	214
十五 苹果绵蚜	218
十六 扶桑绵粉蚧	222
十七 稻水象甲	225
十八 马铃薯甲虫	229
十九 红脂大小蠹	233
二十 椰心叶甲	236
二十一 红棕象甲	240
二十二 橘小实蝇	244
二十三 柑橘大实蝇	247
二十四 斑潜蝇	250
二十五 苹果蠹蛾	255
二十六 红火蚁	259
二十七 松材线虫	263
二十八 香蕉穿孔线虫	268
二十九 非洲大蜗牛	272
三十 福寿螺	275
三十一 克氏原螯虾	278
三十二 巴西龟	281
三十三 红腹食人鱼	283
思考题	285
主要参考文献	286
附录1 全球100种最具威胁的入侵种名单	300
附录2 物种名称索引	303
附录3 名词索引	308
附录4 图片来源说明	311

1

入侵生物学概论



第一节	生物入侵对经济、生态和社会的影响	2
第二节	入侵生物学的基本概念	6
一	入侵的、入侵性、入侵	6
二	外来入侵生物、外来有害生物、外来入侵种	7
三	本地种、外来种	7
四	传入种、临时种、归化种与入侵种	8
第三节	入侵生物学的研究历史与现状	8
一	萌芽期（20世纪80年代之前）	9
二	成长期（20世纪80年代）	10
三	快速发展期（20世纪90年代至今）	10
第四节	入侵生物学的研究范畴	15
一	研究思路与科学问题	15
二	基本模式和研究内容	16
三	入侵生物学学科体系构建	17
思考题		18

本章要点

- 生物入侵可在哪些方面对人类社会产生影响；
- 入侵生物学的一些基本概念；
- 入侵生物学的研究历史和发展动态；
- 生物入侵研究的目标、内容、技术及拟解决的关键科学问题。

随着全球经济一体化的飞速发展，生物入侵（biological invasion）已成为与一个国家的经济发展、生态安全、国际贸易与政治利益紧密关联的重大科学问题，也是国际社会、各国政府、科学家与民众共同关心的社会热点。为了遏制生物入侵，减轻其影响，人们借助各种技术对生物入侵的生态过程和成灾机制进行了积极研究和探索。经过数十年的努力，人们不仅提出了丰富而完整的生物入侵理论体系，而且在应用上开发了大量的生物入侵预防和控制技术，极大地提高了对生物入侵的认识和管理水平，促进了经济和社会的可持续发展。

入侵生物学（invasion biology）是研究外来种的入侵性与生态系统的可入侵性，以及外来入侵种的预防与控制的科学，是一门多领域交叉的学科。本章首先介绍生物入侵对人类经济、生态和社会的影响，然后介绍入侵生物学中的基本概念、研究历史与现状及研究范畴等。

第一节 生物入侵对经济、生态和社会的影响

外来种入侵往往能够改变原有的生物地理分布，打乱生态系统的原有结构与功能，给农林渔牧业带来严重经济损失，而且对人类的生存环境、健康和文化造成不利影响。

我国是遭受生物入侵危害最严重的国家之一，几乎所有类型的生态系统中均存在外来有害生物。据统计，截至2013年10月，入侵我国大陆的外来种已有544种，其中发生面积较大、产生明显危害的达100多种。在世界自然保护联盟（International Union for Conservation of Nature and Natural Resource, IUCN）所列的全球100种最具威胁的入侵种中，入侵到我国的已达50种。而且，我国生物入侵呈现蔓延速度快、危害面广、新入侵种不断增加的特点，并且对农林渔牧业造成巨大经济损失（图1-1~图1-3）。据估算，仅紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*）、豚草（*Ambrosia artemisiifolia*）、稻水象甲（*Lissorhoptrus oryzophilus*）、美洲斑潜蝇（*Liriomyza sativae*）、松材线虫（*Bursaphelenchus xylophilus*）、美国白蛾

世界自然保护联盟和全球100种最具威胁的入侵种：

世界自然保护联盟（IUCN）创立于1948年，是世界上建立最早也是最大的全球性环保组织。IUCN旨在针对全球社会所面临的环境与发展方面的紧迫问题，提出切实可行的解决方案。

该组织的物种存续委员会（Species Survival Commission, SSC）成立了专门的入侵物种专家组（The Invasive Species Specialist Group, ISSG），经评估于2001年公布了全球100种最具威胁的入侵种名单，并于2013年对该名单进行了更新，其中包括微生物7种，水生植物5种，陆生植物32种，水生无脊椎动物9种，陆生无脊椎动物17种，两栖动物3种，鱼类8种，鸟类3种，爬行动物2种，哺乳动物14种（附录1）。该名录主要是基于入侵种对物种多样性和人类社会的危害程度而提出的，具有警示作用。

(*Hyphantria cunea*) 等 13 种入侵种每年给农林渔牧业生产造成的经济损失就达 570 多亿元 (万方浩等, 2005)。



图 1-1 “超级害虫”烟粉虱 (*Bemisia tabaci*) 除了直接为害作物外, 还可传播植物病毒病, 图为所传播的番茄黄化曲叶病毒 (tomato yellow leaf curl virus, TYLCV) 对番茄的危害状 (刘树生 摄)

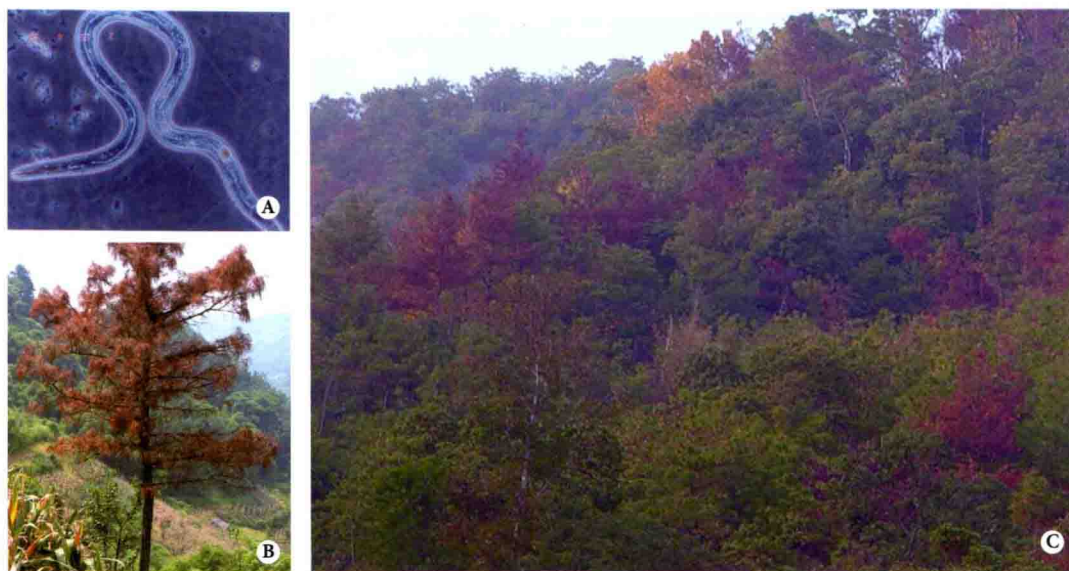


图 1-2 松材线虫对松树的危害 (松材线虫病被称为松树的“癌症”)
A. 松材线虫; B. 被害松树整株死亡; C. 被害林地 (暗红色处为被害松树)

生物入侵常会导致严重的生态灾难。在遗传学水平, 生物入侵可降低本地种的遗传多样性, 甚至造成遗传多样性丧失; 使群落结构趋于简单, 群落部分功能弱化, 物

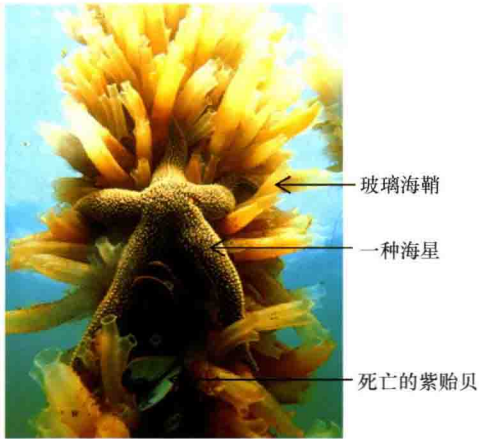


图 1-3 入侵生物玻璃海鞘 (*Ciona intestinalis*) 大量聚集在紫贻贝 (*Mytilus edulis*) 的养殖绳索上, 致使后者死亡 (Anaïs Lacoursière-Roussel 和 Samuel Collin 摄于加拿大 Nova Scotia 省; Zhan *et al.*, 2012)

生物多样性:

遗传多样性 (genetic diversity)、物种多样性 (species diversity)、生态系统多样性 (ecosystem diversity) 是生物三种不同水平的多样性形式。遗传多样性是指生物体内决定性状的遗传因子及其组合的多样性。物种多样性是指有生命的有机体即动物、植物、微生物在物种水平的多样性。生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落、生态系统的多样性, 以及生态系统内生境差异、生态过程变化的多样性。

种多样性下降; 导致生态系统多样性降低, 系统的结构与功能被破坏。例如, 紫茎泽兰、大米草 (*Spartina anglica*) 等入侵后, 可形成单一优势群落, 导致土著种多样性丧失 (图 1-4)。与直接经济损失相比, 生物入侵对生物多样性及生态系统结构与功能的巨大影响, 难以用数字来衡量。



图 1-4 紫茎泽兰入侵林地后形成单一优势群落

一些入侵种还能影响人类健康、破坏公共设施等, 从而影响社会安全。而且, 入侵种还通过改变生态系统服务功能而干扰当地人们的传统生活方式, 降低人们对自然

生态环境的精神和美学享受，限制人们的户外休闲娱乐活动与旅游。例如，豚草和三裂叶豚草 (*Ambrosia trifida*) 的花粉可引发过敏性皮炎和支气管哮喘等病症。在豚草发生区，每到豚草开花季节 (图 1-5)，过敏体质者便出现眼鼻奇痒、咳嗽、流涕、打喷嚏、哮喘、呼吸困难等症状，严重者会并发肺气肿、肺心病甚至死亡。红火蚁 (*Solenopsis invicta*) 生性凶猛，且常把蚁穴筑在居民区附近，当蚁穴受到人或牲畜干扰后，常表现出很强的攻击行为。人被其叮蜇后，轻者皮肤受伤部位出现瘙痒、烧灼样疼痛和红肿 (图 1-6)，过敏体质者可引起全身红斑、瘙痒、头痛、淋巴结肿大等全身过敏反应，甚至发生过过敏性休克而引起死亡。在红火蚁发生密度较高区域，会严重影响人们的农事操作和户外活动。红火蚁还常把蚁巢筑在户外或室内的电缆信箱、变电箱等电器设备中，进而造成电线短路或设施故障，给电力设施安全运行带来隐患。



图 1-5 豚草 (摄自玉米地) 及其花序 (右图及其右下角小图由林秦文摄)



图 1-6 红火蚁群集状及人体上肢被其叮蜇后的症状 (陆永跃、曾玲 摄)

第二节 入侵生物学的基本概念

从萌芽、快速发展到逐渐成熟，入侵生物学学科走过了半个多世纪的历程，而该学科中所涉及的定义与范畴也在不断地发展和演化。特别是 20 世纪 90 年代以后，生物入侵的专业性学术杂志 *Diversity and Distributions* 和 *Biological Invasions* 相继创刊，大量关注生物入侵的学术论文和著作纷纷问世。在这一过程中衍生了许多术语和概念。由于语言、区域、文化及研究对象的差异，同一术语指代不清、不同概念相互混淆等情况常常出现。正如著名入侵生物学家、*Diversity and Distributions* 杂志主编 Richardson 指出的那样：“在术语与概念方面，入侵生物学可能比大多数自然学科都更为复杂，因为‘入侵’二字本身就很容易让人误解，如外来种的数量达到多少算作入侵，怎么传入算作入侵，造成什么后果算作入侵” (Richardson *et al.*, 2000a)。此外，出现在不同文献中的同一术语和概念往往涵盖的内容不一致，如果不加辨别地引用，就会产生理解的混乱。Falk-Petersen 等 (2006) 对过去 30 年内制定或编写的生物词典、国际条约、学术期刊出版物等进行核查发现，仅对本地种 (indigenous species) 的相关定义就有 10 个，而对非本地种 (non-indigenous species) 及传入 (introduction) 的定义则均超过了 20 个。对同一术语的不同定义，往往强调的侧重点不一致，如果不明确规定其涵盖的特定内容及延伸的含义，就会出现误用并导致误解，不利于入侵生物学的研究和交流。

在我国，入侵生物学中的许多术语和概念是通过国外不同著作意译而来的，其中出现了许多冗余而繁杂的定义。例如，对分布在原产地以外物种的描述包括：非本地种、非土著种、外来种、国外种、引入种、传入种、迁入种、入侵种、移植种、定殖种、驯化种、归化种等。这些术语都含有解释和象征的意义，表达的侧重点不同；同时，针对某项特定研究的需求，某些术语可能还具有空间和时间的特征；在不同专业领域内，对术语的理解也存在差异。因此，有必要明确与规范一些常用术语的定义与内涵，使之准确无误地表达入侵生物学的特定概念。本教材中，结合汉语特点和使用习惯，并考虑公众的认知程度，对入侵生物学的相关术语和概念作如下界定和说明。

一、入侵的、入侵性、入侵

“入侵的”(invasive) 往往用来形容产生负面影响的外来种，而“入侵性”(invasiveness) 涉及外来种的入侵特性，如扩散能力、繁殖能力、竞争能力等。“入侵”(invasion) 涉及一个外来种传入、定殖、潜伏、扩散和暴发的全过程，它不仅描述了入侵的过程，还预示了入侵的后果，即对本地的经济、生态或社会产生消极影响。尽管 Falk-Petersen 等 (2006) 认为“入侵”不应该包含入侵结果，因为入侵对生态系统的影响有时是不可预知的，且对“消极性”的评价常常是由研究尺度及经济后果决定的，但从汉语释