

教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20030022003)

外来森林有害生物入侵的环境经济影响评估方法与指标体系的研究

高 岚 李兰英 赵铁珍 著



中国林业出版社

教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20030022003)

外来森林有害生物入侵的 环境经济影响评估方法与 指标体系的研究

高 岚 李兰英 赵铁珍 著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

外来森林有害生物入侵的环境经济影响评估方法与指标体系的研究/高岚, 李兰英, 赵铁珍著. - 北京: 中国林业出版社, 2009. 3

ISBN 978-7-5038-5567-2

I. 外… II. ①高…②李…③赵 III. ①森林-有害动物-侵入种-环境影响-研究②森林-有害植物-侵入种-环境影响-研究 IV. S763

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 041303 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址 www.cfph.com.cn

E-mail forestbook@163.com 电话 010-83222880

发行 中国林业出版社

印刷 北京林业大学印刷厂

版次 2009 年 3 月第 1 版

印次 2009 年 3 月第 1 次

开本 880mm × 1230mm 1/32

印张 8.5

字数 260 千字

印数 1 ~ 1000 册

定价 45.00 元

前 言

生物多样性保护和生态安全保障已经受到当今国际社会越来越多的关注，其中的热点之一是外来有害生物入侵问题。外来有害生物入侵是当今全球性的环境问题。随着研究的深入，越来越多的人认识到，外来有害生物对生态环境、经济社会等方面所造成的危害，并不比工业污染、城市废水和空气污染、过度利用自然资源等造成的危害小。因此，外来有害生物的管理与评价等问题需要理论工作者去研究与探讨。其中如何科学进行外来有害生物的环境影响经济评价，探索切实有效的预防和治理措施，促进生物多样性保护和生态安全建设，是摆在研究者面前具有挑战性的课题。

本书以中国最主要的两种外来森林有害生物——美国白蛾和松材线虫为研究对象，以外来森林有害生物环境影响经济评价为目标，利用已有的研究成果，在对国内外外来森林有害生物环境影响经济评价研究系统综述的前提下，依据森林灾害基本原理和环境影响经济评价理论，识别美国白蛾和松材线虫病的损失，通过构建评估指标体系，采用国际通用的直接市场价格法、替代市场价格法、权变价值法等方法，分别以天津、辽宁和河北等美国白蛾重点疫区，松材线虫病危害最为严重的浙江省为案例点对美国白蛾和松材线虫病的环境影响进行了经济评价。在分析和比较现有各种治理措施及其效果的基础上，对防治美国白蛾的综合措施进行了优选，对浙江省松材线虫病工程治理进行成本效益分析。提出了促进美国白蛾、松材线虫病治理的对策措施，为林业及相关管理部门对森林有害生物管理提供决策服务。

本书的研究内容得到了教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目（20030022003）的资助，完成此课题的研究主要采用了规范分析与实证分析、理论与调查研究相结合的方法。研究者分别于2004年

5月至8月,2005年7月至9月深入天津、辽宁、河北及浙江省杭州市、舟山市和宁波市等重点疫区进行实地调查,调查涉及3个省级森防站、10个林业局、30多位关键信息人、130余位美国白蛾的受害者、96个农户、150多位公众。调研主要涉及美国白蛾和松材线虫病的重点疫区,以使调研更具有典型性,反映的问题更贴近现实,环境影响评价更具有科学性,提出的建议更具有针对性。

目前,外来森林有害生物入侵的环境经济影响的研究,尚属薄弱环节,因此,本研究对分析和评价外来有害生物环境影响有着重要的参考价值。外来有害生物影响评价是一个复杂的系统工程,涉及生物学、生态学、土壤学、水土保持学、气象学、水文学、经济学、环境经济学、资源经济学和灾害经济学等相关理论和知识,受水平和时间的限制,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2009年3月

目 录

前 言

1 绪 论	(1)
1.1 研究目的和意义	(1)
1.2 研究目标	(2)
1.3 研究方法和内容	(3)
1.3.1 研究方法	(3)
1.3.2 技术路线	(5)
1.3.3 研究内容	(6)
2 国内外外来森林有害生物环境影响经济评价研究综述	(8)
2.1 环境影响经济评价研究进展	(9)
2.1.1 环境影响经济评价理论产生和发展	(9)
2.1.2 环境影响经济评价实践	(13)
2.2 森林有害生物环境影响经济评价研究进展	(14)
2.2.1 外来森林有害生物环境影响经济评价研究进展	(14)
2.2.2 森林虫害损失评价的研究进展	(19)
2.2.3 松材线虫病环境影响经济评价的研究进展	(20)
2.3 外来森林有害生物生物学特性及危害状况研究进展	(21)
2.3.1 美国白蛾生物学特性及危害状况研究进展	(21)
2.3.2 松材线虫病的生物学特性及危害	(27)
2.4 研究现状小结及存在的不足	(38)
2.4.1 研究现状小结	(38)
2.4.2 现有研究存在的不足	(39)
3 外来森林有害生物环境影响经济评价研究的理论基础	(41)
3.1 相关概念	(41)

3.1.1	外来有害生物相关概念	(41)
3.1.2	森林灾害经济相关概念	(42)
3.1.3	危害和损失	(44)
3.2	森林灾害经济的基本原理	(45)
3.2.1	森林灾害不可避免原理	(45)
3.2.2	森林灾害的害利互变原理	(46)
3.2.3	森林灾害的负负得正原理	(46)
3.2.4	森林灾害的标本兼治原理	(48)
3.2.5	森林灾害的灾变信息反馈原理	(48)
3.3	环境影响经济评价理论	(49)
3.3.1	环境和环境影响	(49)
3.3.2	环境影响经济评价的内涵	(50)
3.3.3	环境影响经济评价的方法	(50)
3.4	森林健康理论	(53)
3.4.1	森林健康的概念	(54)
3.4.2	森林健康的实质	(54)
3.5	其他相关理论	(55)
3.5.1	生态资源的多功能性	(55)
3.5.2	环境资源的有价论	(56)
3.5.3	林价与林地价值的计量	(57)
3.5.4	福利经济学的外部性等理论	(57)
4	美国白蛾危害的损失评估方法与指标体系研究	(61)
4.1	美国白蛾入侵的损失分类及评估方法	(61)
4.1.1	美国白蛾入侵的损失分类	(61)
4.1.2	美国白蛾入侵的损失内涵及说明	(64)
4.1.3	层次分析法在美国白蛾入侵的损失分类中的应用 ...	(68)
4.2	美国白蛾的损失评估方法	(71)
4.2.1	损失评估方法简介	(71)
4.2.2	美国白蛾入侵损失评估方法的选取	(73)
4.2.3	分析与讨论	(75)
4.3	美国白蛾入侵损失评估指标体系构建	(77)

4.3.1	指标体系设立的原则	(77)
4.3.2	指标体系的构建	(78)
4.3.3	指标数据的来源	(89)
4.3.4	结论与讨论	(90)
4.4	研究结论及展望	(90)
4.4.1	研究结论	(90)
4.4.2	研究展望	(93)
5	松材线虫病环境影响经济评价方法与指标体系研究	(95)
5.1	松材线虫病环境影响的参与性诊断分析	(95)
5.1.1	参与性诊断方法	(95)
5.1.2	参与性诊断结果分析	(97)
5.2	松材线虫病环境影响 ISM 系统分析	(104)
5.2.1	明确问题, 建立有向连接图	(104)
5.2.2	建立邻接矩阵	(105)
5.2.3	求解可达矩阵	(106)
5.2.4	分解可达矩阵	(107)
5.2.5	分级递阶和解释结构模型的建立	(108)
5.3	松材线虫病环境影响经济评价方法筛选	(110)
5.3.1	直接市场价格法	(111)
5.3.2	替代市场价格法	(113)
5.3.3	权变价值法	(114)
5.4	松材线虫病环境影响评价指标体系设计	(115)
5.4.1	指标体系设计的原则	(115)
5.4.2	松材线虫病环境影响评价指标体系	(118)
5.5	研究结论	(130)
6	案例一: 美国白蛾入侵的环境影响经济评价	(131)
6.1	美国白蛾入侵非经济损失评估案例研究	(131)
6.1.1	天津美国白蛾景观美学损失评估	(132)
6.1.2	辽宁美国白蛾生产生活损失评估	(137)
6.1.3	河北美国白蛾心理影响损失评估	(141)
6.2	2004 年全国美国白蛾疫区的损失评估	(145)

6.2.1	经济损失评估	(147)
6.2.2	非经济损失评估	(152)
6.2.3	结论与讨论	(160)
6.3	美国白蛾的防治	(162)
6.3.1	防治方法的比较与选择	(162)
6.3.2	防治的具体保障举措	(169)
6.4	研究结论	(175)
7	案例二：浙江省松材线虫病环境影响经济评价案例研究	(176)
7.1	案例研究点	(176)
7.1.1	案例研究点选择依据	(176)
7.1.2	浙江省概况	(178)
7.1.3	浙江省松材线虫病发生概况	(179)
7.2	浙江省松材线虫病环境影响经济评价	(184)
7.2.1	基础评价指标分析	(184)
7.2.2	价值评价指标计量	(188)
7.2.3	评价结果及分析	(201)
7.3	浙江省松材线虫病治理问题研究	(202)
7.3.1	松材线虫病治理的必要性	(202)
7.3.2	松材线虫病治理的主要利益相关者分析	(207)
7.3.3	松材线虫病工程治理的成本效益分析	(213)
7.3.4	小 结	(238)
7.4	浙江省松材线虫病治理的对策建议	(239)
7.4.1	以森林健康理论为指导，深化科学研究	(240)
7.4.2	加强制度建设，加大执法力度	(241)
7.4.3	针对性地做好宣传，提升有害生物治理的关注度和 支持力	(243)
7.4.4	有奖有惩与必要的补偿相结合的经济手段	(246)
7.4.5	实施行政问责制，增强松材线虫病治理部门的责任 意识	(246)
7.5	研究结论	(248)
	参考文献	(249)

1.1 研究目的和意义

外来森林有害生物入侵正威胁着我国林业发展和生态环境建设,所造成的经济损失十分巨大。据复旦大学生物多样性科学研究所的调查报告显示:我国每年仅几种主要外来生物入侵造成的经济损失就达 574 亿元人民币,随着我国加入 WTO,进出口贸易不断增加,而现代交通工具日益发达,不仅扩大了外来危险性森林有害生物的传入渠道,而且极大地缩短了其远距离传播的时间,增大了其迅速传入一个新地区的可能性。外来有害生物一旦定居,根治极为困难。以松材线虫病为例,1982 年以来,各级政府和林业主管部门直接用于松材线虫病防治的费用已有 10 亿多元,投入劳动力 3 亿多个,但至今仍未能完全遏制松材线虫病扩散蔓延的趋势。至今,松材线虫病仍然严重威胁着我国一批世界自然文化遗产、国家重点风景名胜区及我国 3 330 多万 hm^2 松林的安全。然而,面对外来森林有害生物入侵,我国目前尚缺乏相应的评估方法和指标体系对其给森林和生态环境造成的损失与影响进行科学地评估与分析,为林业及相关部门相关决策提供理论支撑。因此,本课题的主要目的是研究已入侵的松材线虫病、美国白蛾等外来森林有害生物的生态环境与经济损失评估的理论,提出外来森林有害生物环境经济影响评估方法,构建评估外来森林有害生物环境经济影响的定性与定量指标体系,确定外来森林有害生物入侵的环境经济危害阈值,为林业及相关部门管理有害生物入侵提供决策服务。归纳其研究的理论与实践意义主要有:

(1) 以预防外来森林有害生物入侵和评估其入侵的环境经济影响为

目标,研究外来森林有害生物入侵的环境经济影响评估方法与指标体系的科学基础,为建立森林有害生物入侵信息管理系统、外来有害生物的黑/白/灰色名录和制定相应的管理措施与政策法规提供科学依据。这有利于在承诺和履行生物多样性以及生物安全等国际公约的前提下,有效地防止异域有害生物的入侵,保卫国家的生态安全,同时又为国际社会提供可用的信息及经验,减少国际间林产品贸易的限制。

(2)外来森林有害生物入侵是对森林及我国生态系统的极大危害。从森林灾害角度讲,无论是自然灾害,还是人为灾害都是对林业财富和林业生产力的破坏,是林业可持续发展的反向推动力量。从本质上来说,灾害问题是一个经济问题。通过对森林有害生物评价指标及方法的研究,科学地评估森林有害生物的危害程度、经济损失以及对林业生产的影响,使人们进一步意识到森林有害生物危害的严重性,提高人们对森林灾害的认识,加强预防外来有害生物入侵等减灾措施,对促进林业持续、稳定、协调的发展意义重大。

(3)本项目是社会科学与自然科学的交叉项目,具有跨学科性质,涉及到生物学、社会学、经济学和生态学等学科领域,是一项综合性较强的研究。通过自然科学和社会科学的结合,本项目研究对森林灾害经济研究体系的完善,以及相关学科的发展也有着十分重要的意义。

1.2 研究目标

美国白蛾和松材线虫是世界性检疫性森林有害生物,入侵我国已有20多年历史,目前我国仍呈扩散蔓延趋势,危害严重。本课题以美国白蛾和松材线虫病作为外来森林有害生物的代表进行研究,通过参与性乡村快速评估技术(Participatory Rapid Rural Appraisal,简称PRRA)、层次分析法、支付意愿法(Willing to Pay)和德尔菲法(Delphi Technique)等方法,研究已入侵的外来森林有害生物——美国白蛾和松材线虫病的环境影响;运用解释结构模型对松材线虫病环境影响进行系统分析;筛选美国白蛾和松材线虫病环境影响经济评价方法,构建环境影响评价指标体系,以利于对美国白蛾和松材线虫病的环境影响进行经济评价,使人们进一步认识到美国白蛾和松材线虫病危害的严重性,有效地防止异

域森林有害生物的入侵,减少国际间林产品贸易的限制,为林业及相关部门控制和管理有害生物入侵提供决策服务,并促进林业的持续、稳定、协调发展和生态安全建设。

1.3 研究方法和内容

1.3.1 研究方法

1.3.1.1 信息收集方法

信息收集采用“自下而上”的参与性快速乡村评估技术,它是一种快速、多方参与、信息准确、方法灵活且具系统性的乡村评估技术,它能在较短的时间内获得研究地区相对可靠和适时的信息。

PRRA 过程开展的主要活动及其内容有:①关键信息人访谈。选择在所设置的特定目标上具有较多知识的人尤其是各级森检科技人员作为关键信息人进行访谈。②参与式小组访谈。根据需要在疫区选择特定的小组,通过参与式绘画、排序、打分等多种方式进行参与式的访谈,以获得不同群体的人员对松材线虫病环境影响的看法和认识。③森林经营者调查。在美国白蛾和松材线虫病疫区抽取一定数量的森林经营者作为样本进行开放式问题和封闭式问题相结合的调查,以充分掌握森林经营者对美国白蛾和松材线虫病的认识、受影响程度及其期望。④公众问卷调查。通过随机抽样方法选择公众进行了民意调查,以了解公众对美国白蛾和松材线虫病的认识及治理意愿。⑤二手资料的收集。收集有关理论研究的文献资料和浙江省松材线虫病疫区的二手资料,用于美国白蛾和松材线虫病环境影响的具体评价。⑥实地踏查。对美国白蛾和松材线虫病典型疫区进行实地踏查,一方面可以增强感性认识,另一方面可以检验前述几种方法所得结果的正确性。

2004 年在辽宁、河北、天津选定 3 个典型地区开展美国白蛾环境影响的实地调研,走访了当地的森防森检部门并对部分居民进行问卷调查(见表 1-1);2005 年在浙江省舟山市的定海区、宁波市的奉化市和余姚市等地对森防森检专家进行了关键信息人访谈、参与式小组访谈、森林经营者调查、公众问卷调查和实地调查(见表 1-2)。并收集了美国白蛾和松材线虫病的相关二手资料。

表 1-1 美国白蛾典型调查情况

Tab. 1-1 The General Satuation of Representative Survey Sites

	调查地点	调查数量(份)	有效问卷(份)
天津	蓟县、宝坻、南开小区、河西小区	130	130
辽宁	大连、丹东	130	123
河北	秦皇岛市昌黎县	130	98

表 1-2 松材线虫病典型调查情况

Tab. 1-2 The PRRA General Satuation of Representative Survey Sites

调查地点	定海盐仓街道		奉化莼湖镇
	共裕村	民胜村	楼一村
参与式小组访谈	干部组、村民组		干部组、村民组
农户调查	35 户	23 户	38 户
关键信息人访谈	分别调查了浙江省森防站 3 人、舟山市森防站 2 人、定海区森防站 1 人、宁波市森防站 1 人、奉化市森防站 1 人、余姚市森防站 1 人。另外, 还通过面谈、电话或 E-mail 等对外来有害生物研究专家 2 人、生态学专家 2 人、林业经济专家 3 人、检疫检验员 2 人、国际贸易专家 2 人等进行了访谈。		
公众问卷调查	舟山市 50 人、奉化市 51 人、杭州市 50 人		
二手资料收集	浙江省舟山市的定海区、宁波市的奉化市和余姚市森林资源清查资料、松材线虫病相关材料、统计年鉴等		
实地踏查	到舟山定海区、宁波奉化市和余姚市松材线虫病发生区、镇、村及山林踏查; 走访了舟山市定海区凯泉竹木板制造有限公司、宁波奉化市万象疫木处理有限公司等疫木加工企业; 中国金鹰集团、奉化市斑竹木制品厂等木包装加工利用企业; 溪口国家森林公园等。		

1.3.1.2 信息处理方法

信息处理包括汇总和归类, 将大量的信息有序化。对样本户调查材料进行初步整理, 将问卷调查材料按森林经营者、公众的情况等进行分类整理; 关键信息人访谈、参与式访谈资料等按照具体问题进行分类整理。运用 SPSS、EXCEL 和 MATLAB 等软件对相关资料进行统计处理与分析。

1.3.1.3 系统分析方法

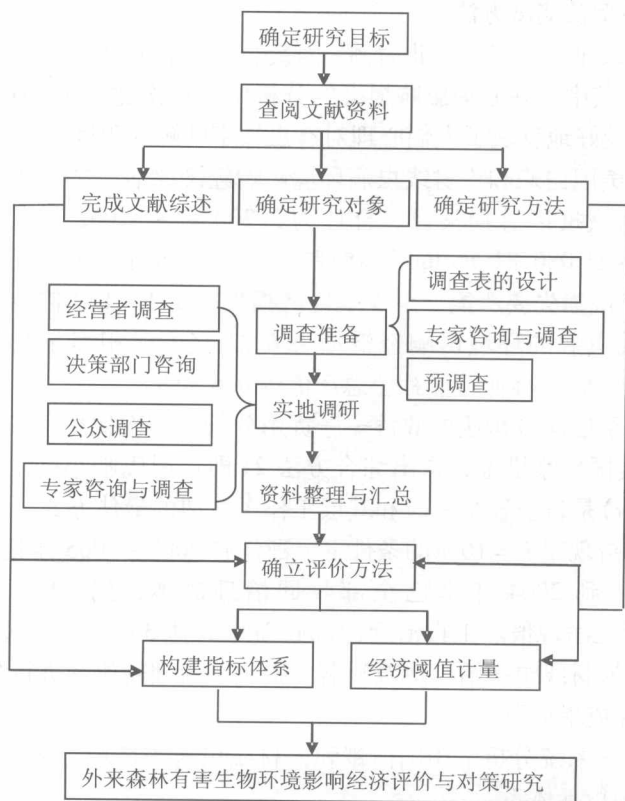
通过面对面调查、函调和电话访谈等形式多次征询专家意见,并采用解释结构模型系统分析了外来森林有害生物的环境影响及其相互关系,阐明外来森林有害生物环境影响的根源和直接原因。

1.3.1.4 定性分析与定量分析相结合的方法

通过筛选适用的评价方法,运用所构建的指标体系,就美国白蛾和松材线虫病的环境影响评价指标进行定性分析和定量经济分析,以阐明美国白蛾和松材线虫病的危害程度。

1.3.2 技术路线

为完成研究任务,确定了以下的技术路线:



1.3.3 研究内容

按照课题要求,就外来森林有害生物中目前对我国造成危害最大且风险性最大的两种有害生物——美国白蛾和松材线虫分别进行了研究。

(1)对外来森林有害生物的环境经济影响评估理论与方法进行了研究,为外来森林有害生物的环境影响评估奠定了理论基础。

(2)提出了美国白蛾和松材线虫病环境影响经济损失评估方法,在分析美国白蛾和松材线虫病发生、传播、蔓延规律的基础上,采用参与性诊断方法,运用解释结构模型分析了松材线虫病的环境影响。首次系统构建了美国白蛾和松材线虫病环境影响经济评估的指标体系,可分别适用于对外来森林有害生物中的虫害和病害进行研究,并建立了损失指标的评估模型及测度方法。

(3)以天津、辽宁、河北为例,系统分析并估算了美国白蛾入侵造成的损失。其中,在心理影响损失的分析中,首次建立了“有虫株率耐受指数”,较好地反映了人们心理对有虫株率的耐受程度。

(4)对美国白蛾和松材线虫病环境影响经济评估结果表明,2004年全国美国白蛾疫区总损失量,合计为2.300亿~3.052亿元,平均为19 657.12~26 086.81元/hm²。在现有的认识水平下,其所造成的非经济损失比经济损失要严重,至少是经济损失的1.1~1.8倍。2004年浙江省松材线虫病的环境影响经济损失6.21亿元,相当于当年浙江省GDP的0.055%,林业行业社会总产值的0.634%。

(5)基于层次分析法的效益——费用分析,首次比较了三种不同的综合防治美国白蛾措施,指出综合方法2(即:周氏啮小蜂+营林措施+人工防治)是目前较受专家和基层工作者欢迎的最佳方式。

(6)在折现率 $i_c=10\%$ 的条件下,浙江省2000~2005年松材线虫病工程治理,到2004年即已全部收回治理成本,到2005年取得了6 653.35万元净现值。工程治理内部收益率高达33.63%,远远超过了 $i_c=10\%$,松材线虫病治理成效显著。提出了治理阈值并进行分析。

本研究成果如下:

(1)首次系统分析了美国白蛾和松材线虫病的环境经济影响,并构建了系统的指标体系。

(2)首次提出了森林虫害的“有虫株率耐受指数”。

(3)在分析认为经济阈值并不适用于松材线虫病的前提下,首次提出了“治理阈值”的概念并进行了治理阈值的理论分析。

(4)首次系统评估了2004年全国美国白蛾损失及浙江省松材线虫病的环境经济影响。

上述研究填补了国内本领域研究的空白。

国内外外来森林有害生物环境 影响经济评价研究综述

外来物种入侵问题已成为严重的全球性环境问题,它被国际上列为除栖息地(生境)丧失以外导致区域和全球生物多样性丧失的最重要因素(徐海根,2004)。2001年国际生物多样性日的主题就是“生物多样性与外来入侵物种管理”。全球经济一体化、国际贸易的频繁往来、现代先进的交通工具、蓬勃发展的观光旅游事业等因素,为外来入侵物种长距离迁移、传播、扩散到新的生境中创造了条件,高山大海等自然屏障的作用已变得越来越小,全球几乎没有几个区域不受到外来生物的影响。美国白蛾已经在北京近郊发现,直接威胁到绿色奥运的成功举办;松材线虫病扩散到了距离黄山60km处,安徽人提出了“保卫黄山”口号;大米草侵占海岸,困死了红树林;非洲大蜗牛因为品质不高而严重滞销,被农民随意倒进水沟,变成了啃食庄稼的大害……这些外来生物,不论是有意引进的,还是无意引进的,都给本地生态系统带来了不同程度的危害。

我国地理、气候特征十分复杂,更加容易遭受有害生物的入侵。据不完全统计,目前入侵我国的外来物种有400多种,其中危害较大的有100余种。在世界自然保护联盟公布的全球100种最具威胁的外来物种中,我国就有50余种。近年来我国林业有害生物每年发生面积多达近千万公顷,2004年主要的林业有害生物发生面积达到946万 hm^2 ,同比增长8.79%。林业有害生物,特别是外来物种的入侵,已经成为制约生态建设和林业快速发展的一大障碍。它们所造成的经济损失十分巨大,对我国国土生态安全造成威胁,对森林生态系统造成破坏,严重地