

文章编号: 1000-5692(2006)05-0491-06

森林病害的环境影响分析

李兰英^{1,2}, 高 岚¹, 温亚利¹, 黄水灵²

(1. 北京林业大学 经济管理学院, 北京 100083; 2. 浙江林学院 经济管理学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 森林病害严重危害着森林资源和环境安全。采用系统工程的方法, 应用解释结构模型分析了森林病害对林分、森林生态环境和人类社会环境等 3 个层面 13 个方面的环境影响。提出对策: 一是以森林健康理念指导森林病害管理; 二是严格检疫制度, 加强动态监测; 三是实施分类治理, 分区施策, 以减轻森林病害的环境影响。图 2 参 15

关键词: 森林保护学; 林业经济学; 森林病害; 环境影响; 解释结构模型; 对策

中图分类号: S763.1; F307.2 **文献标识码:** A

森林病害是指病原生物或不良的气候、土壤等非生物因素使林木在生理、组织和形态上发生的病理变化, 导致林木生长不良, 产量和品质下降, 甚至引起林木整株枯死和大片森林的衰败, 造成经济上的损失和生态条件的恶化^[1]。2005 年我国森林病害发生面积达 97.8 万 hm^2 , 其中松材线虫病 7.67 万 hm^2 , 杨树病害 23.47 万 hm^2 , 对我国两大主要用材和防护树种造成严重危害, 导致林木生长衰弱和死亡。目前对森林的环境经济影响分析主要集中在森林功能的价值评价方面^[2~7], 而对森林病害的环境影响的研究未见报道。森林病害环境影响主要是由于森林病害引起林木生长衰弱、死亡及病害扩散蔓延而导致森林功能的变化引起环境效益的损失。森林病害环境影响分析, 就是研究森林病害发生的各种效应所体现的环境经济影响。在森林病害环境经济影响分析中, 应主要回答: 森林病害带来哪些新的不利或有利的生态经济变化与影响; 森林病害使某些生态经济问题严重化或改善, 或发生时间和空间的变更。

1 应用解释结构模型分析森林病害的环境影响

森林病害有哪些环境影响, 各影响之间存在着怎样的关系, 这些都是在森林病害的环境影响评价时必须首先认识清楚的。通过结构模型对复杂系统进行分析, 往往能够抓住问题的本质, 并找到解决问题的有效对策。目前已经开发了许多结构模型化技术, 其中解释结构模型(interpretative structural modelling, 简称 ISM)最为常用^[8]。

1.1 解释结构模型

ISM 是美国华费尔特教授于 1973 年作为分析复杂的社会经济系统有关问题的一种方法而开发的。其特点是把复杂的系统分解为若干子系统, 利用人们的实践经验和知识, 以及计算机的帮助, 最终将系统构成一个多级递阶的结构模型。ISM 属于概念模型, 可以把模糊不清的思想或看法转化为直观的

收稿日期: 2006-02-27; 修回日期: 2006-04-20

基金项目: 国家教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20030022003)

作者简介: 李兰英, 讲师, 博士研究生, 从事林业经济与政策等研究。E-mail: lilanying@zjfc.edu.cn

具有良好结构关系的模型。它特别适用于变量众多、关系复杂和结构不清晰的系统分析,也可用于方案的排序等。

1.2 解释结构模型在森林病害环境经济影响分析中的应用

1.2.1 森林病害对森林资源及其功能的影响 病原入侵森林后,森林表现出受害林木生长衰弱以至萎蔫和死亡。林木生长衰弱会影响到森林的生长量,林木的死亡及为了防止森林病害的传播蔓延而实施伐除病死木的措施对森林生态系统的结构和功能产生了明显的影响,从而对环境经济产生影响。经过多方参与诊断的频度分析及专家讨论,病害对森林资源及功能的主要影响有:1) 林木生长衰弱或死亡;2) 森林面积和覆盖率下降;3) 森林蓄积下降;4) 郁闭度、单位面积蓄积量和森林生长率下降;5) 林木、群落和生态系统受影响;6) 提供林产品能力损失;7) 涵养水源能力下降;8) 固碳制氧能力下降;9) 防风保土能力下降;10) 调节小气候能力下降;11) 净化空气能力下降;12) 森林景观质量下降;13) 疗养保健功能下降。

1.2.2 建立有向连接图 以 S_i ($i=1, 2, 3, \dots, 13$) 表示上述各因素,用 S_{14} 表示病原对森林的入侵,建立有向连接图(图1)。

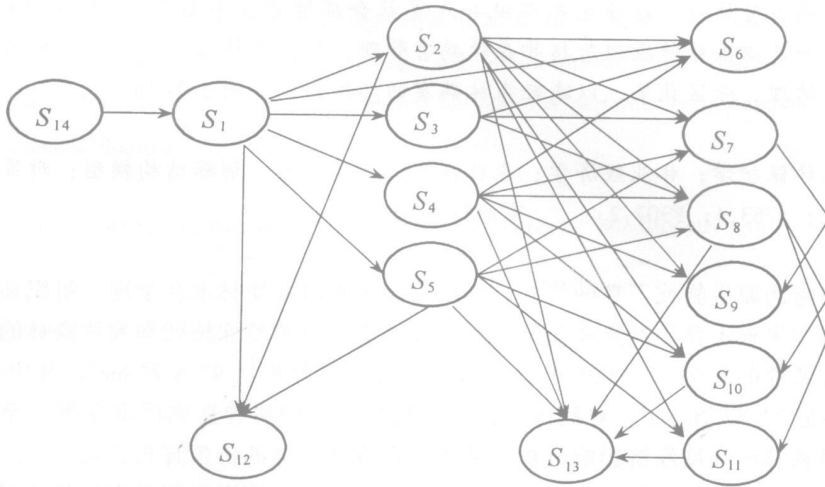


图1 有向连接图

Figure 1 Figure of joined direction

1.2.3 ISM的建立 根据有向连接图建立邻接矩阵,并运用 Matab 7.1 运算得到可达矩阵 R 。对可达矩阵进行级间分解,求出病原入侵对森林及其生态系统影响的可达矩阵 R 中各个要素的可达集合 $R_{(i)}$ 和先行集合 $A_{(i)}$ 。然后根据强连通域条件进行级间划分,得 ISM(图2)。从该模型中可以清楚地看出森林病害的环境影响及相互关系,森林病害导致树木生长衰弱以至死亡后,首先表现出对林分的影响,然后体现出对生态环境的影响,最高层次的影响则是对社会环境的影响。

2 森林病害的环境影响分析

病原生物对森林的入侵往往导致林木生长衰弱以至死亡,从而对环境经济产生各种各样的影响。林木生长衰弱和死亡是森林病害造成环境影响的主要原因。

2.1 森林病害对林分的影响

森林病害对林分的影响体现在:对林木、群落和生态系统的影响,森林面积和覆盖率下降,森林蓄积下降,郁闭度、单位面积蓄积量和森林生长率下降。

森林病害对林木的影响主要体现在对受害木和周边木的影响上。受害木是指受病害侵染的树木,受侵染后往往生长衰弱甚至死亡。周边木是指受害木周边的健康活立木。如果不对受害木采取任何措

施, 受害木以枯立木或倒木的形式存在于森林中, 由于枯立木占据着生态位, 周边木的高生长几乎不受影响, 但由于减少了对营养的竞争, 直径生长会有所加速。如果对受害木进行及时采伐, 则由于受害木让出了生态位, 周边木的高生长和直径生长会有所加快, 并有利于林下灌木和草本的生长。周边木也可能由于病原的入侵而变成受害木。

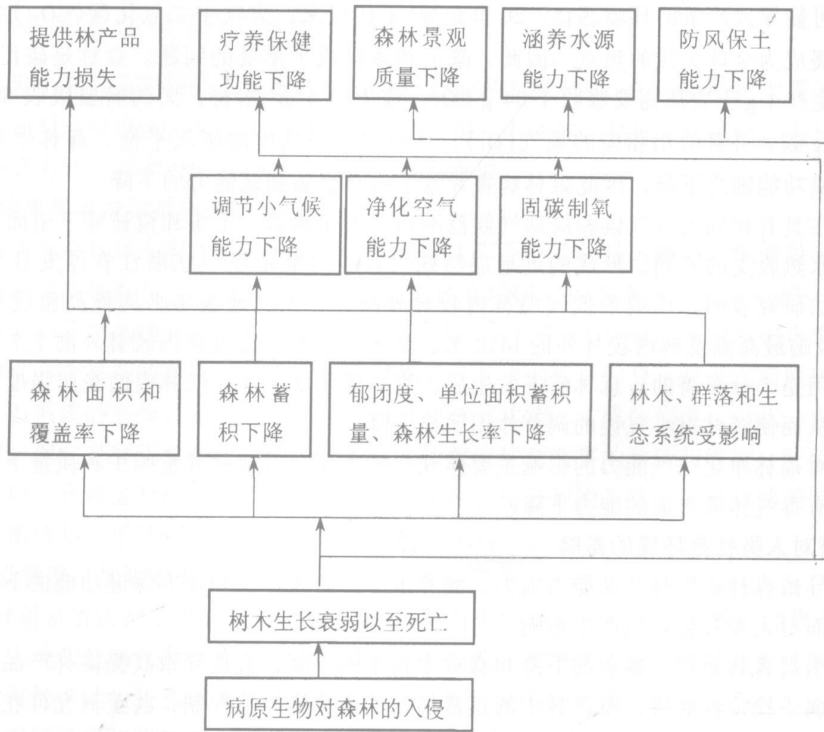


图 2 森林病害的解释结构模型

Figure 2 ISM of forest diseases

森林病害影响着森林生态系统的结构和功能, 感病林分生长衰弱, 抗病力下降, 会导致次期性病虫害的发生和蔓延, 加剧森林群落的不稳定。如松材线虫病发生后, 在短期内造成林木大量枯死, 森林生态系统功能下降, 对环境经济造成明显的负面影响。而经历较长的时间之后, 由于系统的自组织功能和森林群落内部矛盾的发展或在人类行为的干扰下, 森林生态系统可能产生进展演替或逆行演替。处于中国十大森林病害之首的松材线虫病导致疫区森林在自然力的作用下发生演替。其进展演替有: 受害木资源位已被阔叶树或灌木占据, 松树幼苗幼树难以恢复, 成为群落中的衰退树种, 松林向阔叶林方向进展演替; 松林内木荷 *Schima superba*, 苦槠 *Castanopsis sclerophylla* 等阔叶树竞争激烈, 竹类也逐渐侵入, 松树种群易与生态位宽的树种或竹类形成混交林, 松林向针阔混交林或竹阔混交林方向进展演替。如果松纯林或以松林为主体的混交林受森林病害的强烈影响, 且松林所处的自然条件比较恶劣, 则松林有可能发生逆行演替, 退化为灌木林地或灌草地, 甚至退化为裸地。在森林病害重点发生区, 部分林地已因森林病害连续危害退化为荒山。在演替过程中, 进展演替与逆行演替, 自然演替与人为干涉, 多次反复交错, 因而使演替的系列、阶段和速度都产生较多的变化, 使演替显得较为复杂。

森林病害发生后, 树木长势衰弱, 生长率明显下降。在病情严重时甚至大量树木死亡, 为了减缓或消除森林病害的扩散蔓延, 普遍采取了人为干扰——伐除受害木甚至实施全面皆伐, 从而使局部地区森林面积、森林覆盖率和森林蓄积量下降。即使不实施全面皆伐, 也会使局部森林的郁闭度下降, 单位面积蓄积量下降。如自 1992 年松材线虫入侵以来至 2002 年, 浙江省舟山市的 4 万 hm^2 松林荡然无存, 造成森林群落退化, 林分郁闭度平均下降 0.2, 林分质量严重下降, 给舟山的自然景观和生态

环境造成长期的、很难恢复的破坏,也严重阻碍了舟山社会经济的健康发展。

2.2 森林病害对森林生态环境的影响

森林病害对森林生态环境功能的影响主要体现在固碳制氧、调节小气候和净化空气能力下降3个方面。

全球变暖可能导致严重的环境恶化。20世纪80年代以来,大气中二氧化碳(CO₂)浓度的增加和潜在的全球变暖成为全球关注的焦点。因此,碳汇和减排成了重要的问题。森林是碳汇的重要载体。据研究⁹,每生产1g干物质需要吸收1.84g CO₂,或生产1m³木材,大约需要吸收850kg的CO₂,或折合成230kg碳,并释放出相应的氧气(O₂),从而促进空气中的碳氧平衡。森林生长率因病害而降低,固碳制氧功能随之下降,因此森林病害导致了森林固碳制氧能力的下降。

小气候是在具有相同的大气候和局部气候范围内,由于地形、土壤和植被等下垫面的构造和特性的差异,引起水热收支的不同,形成的近地层特殊气候。周重光等¹⁰在浙江省淳安县界首林场采用常年定位观测法研究表明,极端最低气温林内较林外高5.5℃,地表年平均最高温度林内较林外低7.7℃,地表极端最高温度林内较林外低14.0℃,地表极端最低温度林内较林外高7.7℃。可见森林调节温度的作用是十分显著的。森林病害发生后,森林郁闭度下降,使林内的光照强度、风速和风向等发生变化,从而使森林对小气候的调节作用明显下降。

森林病害对森林净化空气能力的影响主要体现在林木死亡后森林数量减少和质量下降,从而在滞尘杀菌和减少有毒气体等方面的能力下降。

2.3 森林病害对人类社会环境的影响

森林病害导致森林提供林产品能力损失,涵养水源、防风保土和疗养保健功能的下降,森林景观效应降低,从而对人类社会环境产生影响。

森林病害引起森林面积、蓄积的下降和森林生长率的下降,直接导致其提供林产品能力损失。大多数森林病害属于检疫性病害,疫区林木的正常加工利用受到严格控制,甚至只允许在经特别审批的疫木加工企业通过高压高温或粉碎加工使用。而森林病害的寄主如松树是我国长江以南地区非常重要的森林资源和主要的产材树种,疫区的不断扩散蔓延,严重影响着我国林业“东扩、西治、南用、北休”战略的有效实施。此外,许多传染性病害还可能导致大量的国际贸易损失。自1998年起,美国正式要求我国对所有出口美国的木包装材料实施严格检疫处理,仅此一项,将直接影响我国对美贸易出口量的1/3~1/2,可能造成的损失达170亿美元。

森林病害尤其是严重病害使树木死亡或被迫采伐,郁闭度下降的林分或采伐迹地对降水的截留、吸收储存能力下降,从而削弱了森林蓄水功能,调节径流功能,削洪抗旱功能和净化水质功能等。从降水量来看¹⁰,林内的年降水量比林外年降水量少20%,减少的降水是被林冠及树干截留,其中一部分又蒸散回到大气中,一部分由植物吸收,而大部分则通过林木流到土壤中去。而林内蒸发量仅占林外蒸发量的36.8%,说明林木在降低降水量耗散,增加土壤水分方面起着显著的作用。

森林病害的发生可能使防护林工程功亏一篑。“三北”地区是我国主要的风沙地,防护林体系的建设为减少风沙,增进农牧业生产起到了重要作用,但以烂皮病 *Cytospora chrysosperma* 和溃疡病 *Botryosphaeria ribis* 为主的寄主主导的生态性病害和以天牛为主的杨树蛀干性虫害对我国三北以杨树为优势种的人工林生态系统造成毁灭性的破坏,并且持续威胁着该系统的恢复与重建¹¹。沿海地区是我国台风活动频繁地区,沿海防护林体系的建设降低了台风侵害,保障生产和人民生命安全。然而松材线虫病,正危害着我国海防林的安全,使其防风保土能力下降,并危及着我国3330万hm²松林的安全。

森林病害引致树木生长衰弱或死亡,使受害林相残破,景观破碎化。森林病害尤其是传播蔓延性强的病害威胁着众多以自然生态景观为主的名胜古迹和风景旅游区,如黄山迎客松等25株黄山松 *Pinus taiwanensis* 被列入世界自然与文化遗产保护名录和重点名松之列。一旦松材线虫传入,“迎客松”等无价国宝有可能招致灭顶之灾,必将对黄山的旅游资源造成毁灭性的打击,其损失是无法估量的。良好的森林植被能提供大量的空气负离子,分泌大量有利于身心健康的物质,具有良好的保健和疗养

功能, 如马尾松 *Pinus massoniana* 对结核病患者有着良好的医疗作用^[12], 是旅游区营造风景林和疗养地营造疗养林的好树种, 但它正面临着松材线虫病的严重威胁。

可见, 森林病害, 如果任其发展, 必将对环境经济产生严重影响。采取措施对森林病害进行有效治理是林业可持续发展的长久之计。

3 减轻森林病害环境影响的对策

森林病害发生和危害严重的主要原因: 一是外来有害生物入侵, 并有不断扩大蔓延之势, 且监测困难, 往往发现时已经造成了极大的危害。二是大面积人工纯林, 林分结构简单, 不易形成稳定的生态环境, 抗病能力弱, 为森林病害的发生创造了有利条件。

3.1 以森林健康理念指导森林病害管理

森林健康是指森林具有较好的自我调节并保持其生态系统稳定性的能力, 能够最充分地持续发挥其生态、社会和经济效益^[13]。它倡导通过合理配置林分结构, 实现森林病虫害自控。理想的健康森林, 其生物因素和非生物因素对森林的影响(如病虫害、采伐等)不会威胁到现在或将来森林资源经营的目标。森林是一个复杂的生物群体, 森林病原体只是其中的组成部分, 只有当病原体的繁殖和活动损害了森林生态系统的平衡, 超出了生态系统的自我调节功能, 才成为病害。因此, 应树立和培育健康森林的理念, 把它贯穿于生产全过程, 从种苗开始就应注意病害的预防与管理, 防范森林病害随苗木调运等而上山, 合理进行树种配置, 提倡营造混交林, 充分利用生态系统自身的调节能力和生物物种间的动态平衡机制, 来达到控制森林病害的目的。

3.2 严格检疫制度, 加强动态监测

按照《森林病虫害防治条例》和《植物检疫条例》等有关法规, 采取有效措施, 加强检疫执法力度, 尤其应注重对入境和过境检疫性病害寄主及其制品的检疫。重视无检疫对象种苗繁育基地建设, 加强种苗等繁殖材料的产地检疫和调入地的复检, 杜绝危险性病害的人为传播^[14]。

近年来, 我国已经初步建成各级防治检疫和测报体系^[15]。应充分利用现有体系, 通过充实必要的设备, 进一步完善监测技术, 加强对测报人员的技术培训, 建立终身教育培训制度, 保证监测人员知识的及时更新, 提高监测预报的精度, 及时掌握森林病害发生发展状况。

3.3 实施分类治理, 分区施策

不同的森林病害, 不同的发病程度, 其所处的环境不同, 则其环境影响不同。在病害治理中应对具体情况选择适用方法, 把森林病害纳入到森林大系统中, 将病原生物-寄主-天敌-环境因子作为一个系统开展综合研究, 以提示森林病害发生机制及森林病害发生与环境变化的关系, 发挥森林本身对病害的抵御能力和自身的恢复能力, 应用生态和生物工程手段对森林病害进行调控。对森林毁灭性病害, 应该集中力量重点除治, 而一般病害则主要是加强监测, 防止病害严重化。对于林分结构复杂, 森林病害不严重的区域, 应充分利用生态系统自组织能力和调节功能来实现生态系统自身的健康与安全。对于林分结构单一, 森林病害猖獗的区域, 应通过加强研究, 选用经济合理, 技术可行, 环境友好的方式进行有效管理。

总之, 森林病害治理的目标是维护森林健康, 保持森林生态系统的动态平衡, 实现对森林病害的可持续控制, 促进森林发挥良好的改善和调节环境的作用。

参考文献:

- [1] 贺庆棠. 森林环境学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [2] COSTANZA R, d'ARGE R, de GROOT R *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [3] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 中国森林生态系统服务价值评估指标体系初探[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(2): 5-9.
- [4] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 中国森林生态服务功能及其价值评价[J]. 应用生态学, 2005, 16(8): 1531-

1 536.

- [5] 康文星, 田大伦. 杉木人工林采伐后水源涵养和固土保肥效益损失的评价[J]. 林业科学, 2002, 38 (1): 111—115.
- [6] 康文星, 田大伦, 张合平. 杉木人工林采伐后净化大气环境交通损失的评价[J]. 林业科学, 2002, 38 (5): 14—17.
- [7] 郎奎建, 李长胜, 殷有, 等. 林业生态工程 10 种森林生态效益计量理论和方法[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28 (1): 1—7.
- [8] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [9] 周晓峰, 蒋敏元. 黑龙江省森林效益的计量、评价及补偿[J]. 林业科学, 1999, 35 (3): 97—102.
- [10] 周重光, 俞似军, 章晓光, 等. 千岛湖区马尾松林气候生态效应定位研究[J]. 浙江林业科技, 1990, 10 (6): 15—26.
- [11] 谷瑞升, 于振良, 杜生明. 我国森林生物灾害及其基础研究[J]. 中国科学基金, 2004 (3): 162—165.
- [12] 周政贤. 中国马尾松[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.
- [13] 李金良, 郑小贤. 北京地区水源涵养林健康评价指标体系的探讨[J]. 林业资源管理, 2004 (1): 31—34.
- [14] 沈杰, 刘兵干, 高其康, 等. 引进林木繁殖材料及观赏植物检疫审批的智能化管理[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20 (2): 155—157.
- [15] 刘安兴. 浙江省森林资源动态监测体系方案[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22 (4): 449—453.

Countermeasures and environmental influence analysis of forest diseases

LI Lan-ying^{1,2}, GAO Lan¹, WEN Ya-li¹, HUANG Shui-ling²

(1. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. School of Economics and Management, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Forest diseases damage forestry resource and environmental safety. Based on a scientific exploration, this paper analyzes the environmental impact of forest disease. It includes 13 facets in the impact of stand, function of forest ecological environment and human social environment. The count measures are: guiding forest disease management by forest health theory; performing quarantine system strictly and strengthening dynamic inspect; actualizing classified management and adopting different strategies in different areas. (Ch, 2 fig, 15 ref.)

Key words: forest protection; forest economics; forest disease; environment impacts; interpretative structural modelling; countmeasures