

文章编号: 1000-5692(2003)04-0398-05

# 毛竹枯梢病灾区区划及预测模型

谢大洋

(福建省森林病虫害防治检疫总站, 福建 福州 350003)

**摘要:** 毛竹枯梢病是国内重要检疫对象。对该病进行灾区区划具有重要的现实意义。根据区划理论, 应用现代数学方法和计算机技术, 将福建省毛竹枯梢病灾区分为重灾区、轻灾区和基本无灾区 3 个区及 I 级、II 级、III 级 3 个危险程度等级, 并按照不同的危险程度等级区域, 分别建立了发生面积预测预报模型。该模型经检验, 具有较高的精度, 可以推广应用。表 2 参 9

**关键词:** 森林保护学; 毛竹枯梢病; 灾区区划; 危险程度等级; 预测模型

**中图分类号:** S763.1      **文献标识码:** A

毛竹枯梢病 *Ceratosphaeria phyllostachydis* 是国内重要检疫对象, 传播蔓延迅速, 防治困难, 危害严重。自 20 世纪 80 年代中期发现以来, 不断传播扩散, 已成为福建省主要的森林病虫害之一, 严重的可导致竹林成片枯死衰败, 造成巨大的经济损失。“九五”以来, 虽投入大量的人力、物力进行综合治理, 但该病仍未得到有效遏制, 局部地区继续呈扩散蔓延之势。为此, 作者根据有关专家对毛竹枯梢病生物学特性、侵染循环和发生影响因子等的研究成果<sup>[1-3]</sup>, 结合 1984 年以来福建省该病的发生发展及防治情况进行系统的分析, 应用灾区区划的理论<sup>[4]</sup>, 筛选出区划因子和危险程度等级分类因子, 对该病灾区区划和应用进行研究, 为制定该病的综合治理规划, 因类施策, 实施可持续控制灾害提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 区划因子的选择

1.1.1 病原基数因子 根据欧兆胜等人<sup>[3]</sup>研究, 毛竹枯梢病流行时间动态为积年流行类型, 在林间的扩展遵循逻辑斯蒂规律, 可见该病的发生发展与病原基数密切相关。病原基数与前一时期的病害发生率关系密切, 具有很强的关联性。因此, 采用某一时期内该病发生率作为病原基数因子指标。

1.1.2 环境因子 用各样本单位所在地的经、纬度坐标, 经过小数点化数值处理后, 作为区划分区因子指标。森林病虫害呈明显的垂直分布, 不同海拔的土地面积比例大小与病虫害发生有密切关系。选择各样本单位海拔高 800 m 以上, 500~800 m, 50~500 m, 50 m 以下的面积各占该样本单位土地总面积的比例作为分区的海拔因子指标。根据毛竹枯梢病流行规律, 选择平均气温、降水量、降水日数和相对湿度等 24 个组合气候因子, 并选择福清、闽侯、连江、晋安、闽清、罗源、莆田、南安、永春、德化、云霄、芗城、南靖、平和、永定、长汀、永安、泰宁、尤溪、延平、建阳、光泽、霞浦、

收稿日期: 2003-01-24; 修回日期: 2003-07-18

基金项目: 福建省林业科技攻关资助项目(闽林科[1997] 10 号)

作者简介: 谢大洋(1971-), 男, 甘肃古浪人, 工程师, 从事森林病虫害防治检疫工作。E-mail: sfly@pub2.fz.fj.cn

福鼎、蕉城等 25 个县(市、区), 将其 1984~1993 年 10 个年度的发生面积 ( $y$ ) 和对应各年度的组合气候因子 ( $x$ ) 数据资料, 应用逐步回归筛选技术<sup>[7]</sup>, 经计算机处理得出影响毛竹枯梢病发生和流行的主导气候因子为 7~8 月平均气温 ( $x_2$ )、7~8 月降水量 ( $x_{11}$ )、5~6 月日降雨 50 mm 以上日数 ( $x_{15}$ )。其回归方程为  $y = 1.45108 x_2 - 0.00175 x_{11} + 0.03249 x_{15} - 71.01271$ 。偏相关系数:  $r_2 = 0.359$ ,  $r_{11} = 0.134$ ,  $r_{15} = 0.202$ ; 复相关系数:  $R = 0.912$ 。

1.1.3 森林资源状况因子 选择各样本单位毛竹林面积比例作为分区因子指标。同时选择各样本单位的森林覆盖率和单位面积竹林平均株数作为造成直接经济损失程度的代表指标。

### 1.2 危险程度等级划分因子选择

根据毛竹枯梢病发生及流行规律, 选择病原基数因子、环境条件(地理、海拔、气候因子)、竹林面积和立竹数等指标因子作为评定和划分危险程度等级的主要因子。

### 1.3 区划方法

1.3.1 灾区区划分区方法 采用模糊聚类分析法<sup>[8]</sup>进行分区, 即将全省 68 个县(市、区)行政单位作为分区样本, 分别将分区因子原始数据输入计算机, 进行数据标准化处理, 用夹角余弦法计算样本间的相容关系, 建立模糊相容关系矩阵, 并经自身多次合成运算, 构造模糊等价关系矩阵进行分类。从大到小分别输入不同的水平截距值 ( $\lambda$ ), 将模糊等价关系矩阵中的各元素值 ( $r_{ij}$ ) 与之对比, 当  $r_{ij} \geq \lambda$  时, 记为 1, 当  $r_{ij} < \lambda$  时, 记为 0, 依次得到不同  $\lambda$  值的  $[1, 0]$  矩阵。将相同的列合并一类, 连结成为模糊聚类动态分析图, 以此作为样本合理分类的依据。根据区划的原则要求, 在地域上分区划片。

1.3.2 危险程度等级划分方法 划分方法: 在灾区区划分区的基础上, 以县级为单位, 采用数理统计分析方法, 求算病原基数因子、环境条件、竹林面积和立竹数等因子指标的平均数 ( $\bar{x}$ ) 和标准差  $s$ , 按照公式  $\bar{x} \pm 0.5s$ , 综合评判得分值, 将全省 68 个县(市、区)评定和划分为 3 个主要危险程度等级。

危险程度等级划分标准: 毛竹枯梢病发生率在  $\bar{x} \pm 0.5s$  范围内, 得分值以 20 分计算, 超出范围的则以增减 10 分计算, 其余因子指标在  $\bar{x} \pm 0.5s$  范围内, 得分值以 10 分计算, 超出范围的则以增减 5 分计算, 各县(市、区)危险程度等级因子累加得分后, 得到综合值, 并以表 1 中的危险程度等级划分标准划分和评定危险程度等级。

### 1.4 发生面积预测预报模型研究方法

1.4.1 预测模型建立方法 采用影响毛竹枯梢病发生、流行的主导气候因子作为测报因子, 即 7~8 月平均气温 ( $z_1$ ), 7~8 月降水量 ( $z_2$ ), 5~6 月日降雨 50 mm 以上日数 ( $z_3$ ), 上年度毛竹枯梢病发生面积 ( $z_4$ ), 据不同发生危险程度等级, 应用多元线性回归分析法<sup>[9]</sup>, 建立预测预报数学模型  $y = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + \dots + b_n z_n$ 。利用闽侯、连江、福清、晋安、闽清、罗源、莆田、南安、永春、德化、芗城、南靖、平和、永定、泰宁、尤溪、延平、霞浦、福鼎、蕉城等 20 个县(市、区) 1984~1993 年 10 个年度发生面积与主导气候因子资料, 分别不同危险程度等级, 利用计算机求出其系数  $b_0, b_1, \dots, b_n$ , 从而建立多元线性回归预测模型。

1.4.2 模型精度检验 用相应的预测模型预测霞浦、福鼎、蕉城、连江、闽清、晋安、罗源、延平、尤溪、永春、德化、莆田、永定、南靖等 14 个县(市、区) 1994、1995 年 2 个年度的发生面积, 并与实际发生面积比较, 计算预测误差和精度。

## 2 结果与分析

### 2.1 毛竹枯梢病灾区区划分区和危险程度等级划分结果

根据模糊聚类分析法, 将分区因子用计算机进行模糊聚类分析, 以模糊聚类动态分析图为依据,

表 1 毛竹枯梢病发生危险程度等级划分标准

Table 1 Divided standards of *C. phyllostachydis* dangerous classes

危险程度等级	发生危险程度	综合得分值
I 级	危险性极大	$\geq 150$
II 级	危险性中等	135 ~ 150
III 级	危险性较小	$< 135$

以县(市、区)为基本单元,对福建省毛竹枯梢病灾区进行区划分区和危险程度等级划分。

2.1.1 重灾区 该区竹林面积 9.34 万  $\text{hm}^2$ , 占福建省竹林面积的 15.7%, 立竹数 2.15 亿株, 占全省立竹数的 19.0%, 10 a 间毛竹枯梢病发生面积 4.93 万  $\text{hm}^2$ , 占全省累计发生面积的 73.4%, 年平均发生率 5.28%。该区均属 I 级危险程度等级, 有延平、尤溪、晋安、闽侯、闽清、连江、罗源、永泰、蕉城、福鼎、霞浦、福安、古田、柘荣和寿宁等 15 个县(市、区)。

2.1.2 轻灾区 该区竹林面积 10.91 万  $\text{hm}^2$ , 占全省竹林面积的 18.4%, 立竹数 2.06 亿株, 占全省立竹数的 18.1%, 10 a 间毛竹枯梢病发生面积 1.53 万  $\text{hm}^2$ , 占福建省累计发生面积的 22.8%, 年平均发生率 1.40%。有 I, II, III 3 个危险程度等级。I 级危险程度等级的有永春、德化和泰宁 3 个县; II 级危险程度等级的有三元、梅列、将乐、沙县、莆田和仙游 6 个县(市、区); III 级危险程度等级的有大田、长乐、福清和平潭 4 个县(市)。

2.1.3 基本无灾区 该区竹林面积 39.05 万  $\text{hm}^2$ , 占全省竹林面积的 65.9%, 立竹数 7.14 亿株, 占全省立竹数的 62.9%, 10 a 间毛竹枯梢病发生面积 0.26 万  $\text{hm}^2$ , 占福建省累计发生面积的 3.8%, 年平均发生率 0.06%。有 II, III 2 个危险程度等级。II 级危险程度等级的有永定、芗城、南靖、平和、漳浦、龙海、安溪和南安 8 个县(市、区); III 级危险程度的有顺昌、建瓯、武夷山、邵武、光泽、建阳、浦城、政和、松溪、明溪、清流、宁化、建宁、永安、武平、长汀、龙岩、漳平、连城、上杭、云霄、诏安、长泰、华安、东山、厦门、同安、洛江、晋江、惠安、屏南和周宁 32 个县(市、区)。

## 2.2 发生面积预测预报模型

2.2.1 预测模型的建立 将闽侯、连江等 20 县(市、区) 1984~1993 年 10 个年度毛竹枯梢病发生面积与主导气候因子资料, 分别危险程度等级代入多元线性回归数学模型, 求得相关系数, 建立了下列 I, II 级危险程度等级的发生面积预测模型。

I 级危险程度等级发生面积预测模型:  $y = 5\,050.937\,7 - 163.870\,2z_1 - 0.732\,7z_2 - 34.286\,8z_3 + 0.532\,3z_4$ 。偏相关系数  $r_1 = -0.283\,4$ ,  $r_2 = -0.255\,7$ ,  $r_3 = -0.194\,9$ ,  $r_4 = 0.608\,0$ ; 而复相关系数  $R = 0.903\,2$ 。

II 级危险程度等级发生面积预测模型:  $y = 859.969\,9 - 26.134\,9z_1 - 0.330\,8z_2 + 14.088\,4z_3 + 0.614\,9z_4$ 。偏相关系数  $r_1 = -0.214\,5$ ,  $r_2 = -0.431\,9$ ,  $r_3 = -0.268\,2$ ,  $r_4 = 0.664\,0$ ; 复相关系数  $R = 0.922\,6$ 。

2.2.2 预测模型精度检验 14 个县(市、区) 预测模型精度见表 2。从表 2 可知, 所建立的不同危险程度等级预测数学模型误差较小, 具有较高的预测精度, 可在生产上推广应用。

表 2 预测模型精度检验表

Table 2 Precision test table for the forecast mathematical models

危险程度等级	县(市、区)	预测年度	预测发生面积/ $\text{hm}^2$	实际发生面积/ $\text{hm}^2$	绝对误差/ $\text{hm}^2$	相对误差/%	预测精度/%
I	霞浦	1994	281.4	262.3	19.1	7.3	92.7
		1995	443.0	406.7	36.3	8.9	91.1
	福鼎	1994	350.5	371.7	-21.2	-5.7	94.3
		1995	332.7	296.5	36.2	12.2	87.8
	蕉城	1994	238.7	223.1	15.6	7.0	93.0
		1995	228.2	207.9	20.3	9.8	90.2
	连江	1994	381.8	358.5	23.3	6.5	93.5
		1995	146.7	137.8	8.9	6.4	93.6
	闽清	1994	272.0	257.6	14.4	5.6	94.4
		1995	236.7	226.2	10.5	4.6	95.4
	晋安	1994	301.4	287.6	13.8	4.8	95.2
		1995	239.6	216.2	23.4	10.8	89.2
	罗源	1994	280.4	286.3	5.9	-2.1	97.9

续表 2

危险程度等级	县(市、区)	预测年度	预测发生面积/hm <sup>2</sup>	实际发生面积/hm <sup>2</sup>	绝对误差/hm <sup>2</sup>	相对误差/%	预测精度/%
I	延平	1995	321.5	304.1	17.4	5.7	94.3
		1994	452.0	501.9	-49.9	-9.9	90.1
	龙溪	1995	416.1	365.3	50.8	13.9	86.1
		1994	402.2	429.5	-27.3	-6.4	93.6
	永春	1995	356.6	348.9	7.7	2.2	97.8
		1994	254.8	259.3	-4.5	-1.7	98.3
	德化	1995	192.3	176.1	16.2	9.2	90.8
		1994	242.0	233.2	8.8	3.8	96.2
	莆田	1995	279.5	272.4	7.1	2.6	97.4
		1994	83.9	74.7	9.2	12.3	87.7
II	永定	1995	107.2	100.0	7.2	7.2	92.8
		1994	191.1	197.4	-6.3	-3.2	96.8
	南靖	1995	264.3	243.5	20.8	8.5	91.5
		1994	217.8	204.0	13.8	6.8	93.2
	1995	202.0	192.7	9.3	4.8	95.2	

### 3 结论与讨论

对毛竹枯梢病的生物学特性、发生发展规律和流行动态等方面的研究迄今已有不少报道, 但对其区划方面的研究尚未见报道。本文在前人研究的基础上, 根据区划理论, 应用模糊聚类分析法进行灾区分区, 根据多因子数理统计法、综合评判法对毛竹枯梢病发生危险程度等级进行划分, 其结果与全省各县(市、区)毛竹枯梢病发生情况相符。

根据逐步回归筛选法筛选出影响毛竹枯梢病流行成灾的主导因子, 克服了人为选择的随意性。用多元线性回归建立不同危险程度等级毛竹枯梢病发生面积预测模型, 精度较高, 在生产上应用拟合效果好。

对毛竹枯梢病进行区划和危险程度等级划分, 并建立发生面积预测模型, 为福建省灾区进行中、长期发生趋势预报提供了科学依据, 在灾区的监测治理、防灾减灾对策的制定方面具有现实指导意义。

毛竹枯梢病发生、流行、成灾的影响因子很多, 且随着全球气候环境的变化、竹业经济的发展、竹林分布和经营方式的变化, 影响该病流行成灾的因子也会随之变化, 因此, 对其区划结果也应随着其区划因子的变化而作适当的调整, 以更好地指导生产实践。

#### 参考文献:

- [1] 邱子林, 黄建河, 林强, 等. 毛竹枯梢病症状、病原形态与生物学特性研究[J]. 福建林学院学报, 1991, 11(4): 411-417.
- [2] 张文勤, 欧兆胜. 毛竹枯梢病侵染循环与病原菌生活史的研究[J]. 福建林学院学报, 1993, 13(3): 247-253.
- [3] 林庆源, 林强, 黄勤等. 毛竹枯梢病发生与林分及其立地条件的关系[J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 93-98.
- [4] 魏初炎, 庄晨辉, 蔡国贵, 等. 森林病虫害灾区区划的原则与依据[J]. 中国森林病虫, 2001, 20(5): 39-40.
- [5] 欧兆胜, 张文勤, 黄祖清. 毛竹枯梢病林间流行动态研究[J]. 福建林学院学报, 1993, 13(1): 67-73.
- [6] 林强, 邱子林, 黄建河, 等. 毛竹枯梢病的发生发展规律研究[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(2): 61-66.
- [7] 洪伟, 林思祖. 计量林学研究[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1993.
- [8] 陈华豪, 丁思统, 蔡贤如, 等. 林业应用数理统计[M]. 大连: 大连海运学院出版社, 1992.
- [9] 唐守正. 多元统计分析方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.

# Plague area classification and forecast model of *Ceratosphaeria phyllostachydis*

XIE Da-yang

(Forest Pest Control and Quarantine General Station of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China)

**Abstract:** *Ceratosphaeria phyllostachydis* is an important plague under quarantine in China, and it is significant and practical to classify its plague areas. With the application of classification theories, modern mathematic methods and computer techniques, the areas of *Ceratosphaeria phyllostachydis* in Fujian can be classified as serious, light and basically none-plague areas and three dangerous degrees including class I, class II and class III. Model of forecasting plague areas is established according to different classes. The model is tested to be precise and can be popularized. [Ch, 2 tab, 9 ref.]

**Key words:** science of forest protection; *Ceratosphaeria phyllostachydis*; plague area classification; classes of dangerous degree; forecast model

## 《陕西林业科技》征订启事

《陕西林业科技》是由西北农林科技大学、陕西省林学会和陕西省林业科技信息中心合办的综合性林业科技刊物，为我国林业类核心期刊，被“中国学术期刊综合评价数据库”“中国林业科技文献数据库”“中国生物学文献数据库”“中文科技期刊数据库”及《中国林业文摘》《全国报刊索引》《中国生物学文摘》《中国国土资源文摘》等数家权威数据库和文摘期刊固定转载和收录，并加入《中国学术期刊（光盘版）》“中国期刊网”，且多次被评为陕西省优秀科技期刊。主要刊登育苗、造林、森林经营、经济林、林业经济、调查设计、森林保护、林副产品深加工与利用、木材加工、花卉栽培等方面的科研论文、试验报告、经验总结以及实用技术介绍、国内外林业发展趋势和动态、译文和信息等，具有较强的指导性、技术性、知识性和实用性，是林业科研、教学工作者及广大林业战线职工和果农必备的参考资料。

《陕西林业科技》为公开发行刊物，刊号 CN61-1092/S。季刊，每期定价 6.00 元，全年 24.00 元，自办发行。愿意订阅者，请将款汇至《陕西林业科技》编辑部。欢迎订阅，欢迎赐稿。

编辑部地址：陕西杨凌杨武路 3 号西北农林科技大学林科院

邮政编码：712100；电话：(029) 7098734

开户银行：陕西省杨凌农行；账号：881001250