

文章编号: 1001-1498(1999) 06-0628-05

毛竹枯梢病发生与林分及立地条件的关系*

林庆源¹, 林强¹, 黄劼², 张文勤³, 黄炳荣¹, 陈锡桓³

(1. 福建省森林病虫害防治检疫总站, 福建福州 350003; 2. 福建省三明市梅列区林业局, 福建三明 365000;
3. 福建省尤溪县森林病虫害防治检疫站, 福建尤溪 365100)

摘要: 根据福建省225块毛竹枯梢病林分病情样地调查分析, 表明病害发生发展与林分及其立地因子关系密切。并由83块有代表性的样地推导出毛竹枯梢病病情指数与林分类型、林龄结构、土壤、地形、林分密度、胸径的生态数学模型: $Y = 40.4932 - 3.5435C_{11} - 1.9805C_{21} - 0.9427C_{22} - 6.7996C_{31} - 5.0023C_{32} - 3.6588C_{41} - 2.4091C_{42} - 17.9836C_{51} - 12.2900C_{52} - 8.8894C_{61} - 3.1504C_{62}$, 其偏相关系数分别为0.356 0, 0.199 2, 0.577 4, 0.344 9, 0.869 7, 0.680 9, 复相关系数为0.941 3。用此模型对福建省1989~1995年设置的53块样地的应用判别准确率为76.6%。提出该病害林分病情生态辅助测报技术和以营林措施为主的生态控制技术。

关键词: 毛竹枯梢病; 竹喙球菌; 林分及立地条件; 生态控制技术

中图分类号: S763.110.4 文献标识码: A

毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel. ex H. de Lehaie)是福建省主要的经济树种之一, 自80年代以来, 竹喙球菌(*Ceratospheeria phyllostachydis* Zhang)^[1]引起的毛竹枯梢病在福建毛竹产区大面积发生, 造成较为严重的损失。对于该病的流行规律及防治方法有人曾作过研究, 但该病害与环境条件的关系, 仅限于零星报道^[2~4]。为此, 作者在以往研究的基础上^[5,6], 通过大量调查研究, 对该病与林分及立地生态因子的关系进行了定性、定量分析研究, 试图探索林分病害发生的生态规律, 为采用营林措施调整毛竹林分内的生态关系, 长期有效地控制其危害, 保持竹业的可持续发展提供理论依据。

1 研究方法

1.1 样地调查和病情计算

1.1.1 样地设置 根据已掌握的毛竹林分布及毛竹枯梢病发生情况, 1991~1998年在福建省8个地市的11个县(区)内, 共设置有代表性的样地225块, 进行样地调查, 样地面积20 m × 20 m。

1.1.2 样地调查 在样地内逐株分级调查记载病情和相关的林分及立地因子。对其中1992年设置的83块样地全面调查了林分类型、密度、林龄结构、胸径、土壤立地级、林分地形等6项生态因子。

1.1.3 病情计算 用病情指数反映危害的程度。病情分级标准如表1所示, 病情指数采用下式计算:

收稿日期: 1998-12-24

基金项目: 福建省林业厅“毛竹枯梢病综合治理”专题(1992~1998年)研究内容之一。

* 参加试验的人员还有邱子林、宋美官、林伟、李晓, 在此一并致谢。

第一作者简介: 林庆源(1950-), 男, 福建仙游人, 高级工程师。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{每级株数} \times \text{相应级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高1级代表值}} \times 100$$

表1 病情分级标准

病情分级	发病情况	代表值
	无病或几乎无病	0
	感病枝梢 < 1/4	1
	1/4 感病枝梢 < 1/2	2
	1/2 感病枝梢 < 3/4	3
	感病枝梢 3/4	4

1.2 各因素对发病的影响及相关性分析

通过对225块样地的调查,用常规统计方法分析比较病情与相关因子的关系。同时对1992年设置的83块样地病情指数与6项林分及立地因子的关系,采用数量化理论^[7,8]的方法,进行多元回归,建立病害因子的生态数学模型,并求得各种因素与发病的复相关系数以及各个因素与病情指数的偏相关系数。

2 结果与分析

2.1 病害发生与各种因素的关系

2.1.1 林分病情与林分类型的关系 据毛竹林树种的组成和比例,分为纯林和混交林2个因子。据1990~1994年及1997~1998年在延平、三元、罗源、连江、莆田、仙游、漳州等县市60块林分类型样地的统计分析表明(见表2),毛竹纯林病情指数明显高于竹阔

表2 毛竹林分类型与病情关系

调查年份	纯林		混交林	
	标地数/块	平均病情指数	标地数/块	平均病情指数
1990~1994	26	36	15	11.2
1997~1998	12	18	7	5.7
平均	38	30.3	22	10.9

混交林。纯林的病情指数是混交林的3.1倍。说明林分病情指数与林分类型关系密切。

2.1.2 林分病情与林分密度的关系 对胸径大于7 cm的36块毛竹纯林样地的统计分析结果表明,林分密度在1 500株·hm⁻²以下,1 500~2 400株·hm⁻²,2 400株·hm⁻²以上的平均病情指数分别为36.5、29.3和24.8。说明林分病情与林分密度关系密切,在胸径大于7 cm的情况下,病情随林分密度增大而减轻。因此,提高毛竹林经营水平,增大林分的立竹密度和平均胸径,有利于减轻病害的严重程度。

2.1.3 林分病情与平均胸径的关系 据106块毛竹纯林样地统计分析表明(见表3),林分平均胸径和毛竹枯梢病病情之间有显著关系,胸径越小,病情越重。

表3 林分胸径与病情的关系

年份	平均胸径 D/cm	标地数/块	平均病情指数
1992	D < 7.0	18	36.8
	7.0 D < 9.0	21	29.1
	D 9.0	23	22.3
1993	D < 7.0	8	23.2
	7.0 D < 9.0	7	17.5
	D 9.0	11	11.6
1998	D < 7.0	7	12.1
	7.0 D < 9.0	5	7.5
	D 9.0	6	6.1

2.1.4 林分病情与林龄结构的关系 对66块立地条件相近的毛竹纯林样地的统计分析表明(见表4),感病竹林发病程度随着林分中~度竹所占比例的上升而下降。这是因为竹喙球菌只侵染当年新竹,且1 a只有一次初侵染^[6]。故当年新竹生长势的强与弱

直接关系到其抗病能力的强弱。而毛竹的不同年龄立竹的生活力和为新竹生长提供养分数量是不同的,因此,它们在林分生物量的形成和竹林行鞭、孕笋、发竹更新生长中所起的作用也不同。林分中~度竹的生活力最强,是竹子行鞭、孕笋、长竹所需养分制造和供应的主体¹⁾,因此,它们在林分中所占比例多少,直接影响新竹的生长势和质量。故可以从调整竹林的

结构入手,提高林分生长势,减轻病害的发生。

表4 林分病情与林龄结构的关系

标准地数/块	13	10	11	12	9	11
林龄结构 ^① /s/%	s < 20	20 s < 30	31 s < 40	41 s < 50	51 s < 60	s 60
平均病情指数	26.1	18.5	13.6	9.1	7.3	7.1

①林龄结构系指林分中 ~ 度竹占林分各度竹总数的百分率。

2.1.5 林分病情与林分土壤立地级的关系 对144块标准地的调查结果表明(见表5),林分的病情随土壤立地级的下降而上升,说明林分病情与土壤因子关系密切,为重要立地生态因子。这是因为毛竹的根系集中稠密,竹秆生长快,生长量大,枝叶蒸腾作用强烈,故对土壤的要求高于一般树种。据研究,毛竹的出笋和长竹是一个十分耗肥的过程,每年度的挖笋和砍竹都会从林地中带走大量的养分,若经营粗放,没有追施肥料,势必造成地力衰退,养水平下降,使毛竹生长受到越来越大的限制^[9],个体抗病力减弱,尤其在立地级低的地方,这一状况更为突出。

表5 土壤立地级与病情关系

土壤立地级 ^①	1991年		1992年		1993年		1998年		病情指数 总平均值
	样地/块	平均病情 指数	样地/块	平均病情 指数	样地/块	平均病情 指数	样地/块	平均病情 指数	
肥沃型	11	7.3	17	10.2	10	6.1	8	2.2	7.2
中等肥沃型	13	15.6	20	18.1	12	11.7	6	4.8	14.4
瘠薄型	11	33.5	18	36.2	9	26.3	9	9.5	28.6

①土壤立地级的划分标准见表7。

2.1.6 林分病情与林分地形的关系 对64块立地条件相近的发病毛竹纯林样地的统计分析结果表明(见表6),地形、地形、地形的病情平均值分别为7.3、18.5、36.7,说明林分病情指数与地形关系密切。这是由于地形因素的变化导致林内光、热、水、养分

表6 林分病情与地形的关系

样地类型 ^①	样地块数	平均病情指数
地形	17	7.3
地形	26	18.5
地形	21	36.7

①样地类型的划分标准见表7。

等因子的再分配,从而影响竹林的生长势及个体对不良生境的抗性。

2.2 毛竹枯梢病生态模型的建立及相关性分析

2.2.1 毛竹枯梢病生态模型的建立 根据上述病情和林分生态因子关系的调查分析,确定毛竹枯梢病的主要林分生态因子为:地形、土壤、林分密度、林分类型、胸径、林龄结构。根据1992年设置的83块样地的林分病情与上述6项林分生态因子关系的调查,采用数量化理论^[7]的方法,将上述各项因子数量化。本文以感病指数为因变量(Y_i),将自变量(G_i)的6个项目,共划分17个类目(表7),建立数量化反应表,进行多元回归后得出毛竹枯梢病生态数学模型:

$$Y = 40.493 2 - 3.543 5C_{11} - 1.980 5C_{21} - 0.942 7C_{22} - 6.799 6C_{31} - 5.002 3C_{32} - 3.658 8C_{41} - 2.409 1C_{42} - 17.983 6C_{51} - 12.290 0C_{52} - 8.889 4C_{61} - 3.150 4C_{62}$$

1) 陈存及. 毛竹丰产林培育技术. 福建林学院资源与环境系, 1997.

表7 自变量项目类目划分

项目	类目	代号	划分标准
类型 C ₁	1 纯林	纯林 C ₁₁	同常规营林标准
	2 竹阔混交林	混交 C ₁₂	阔叶树占10%以上
林分密度 C ₂	1 低密度	低密 C ₂₁	林分密度/株·hm ⁻² , N < 1 500
	2 中密度	中密 C ₂₂	林分密度/株·hm ⁻² , 1 500 < N < 2 400
	3 高密度	高密 C ₂₃	林分密度/株·hm ⁻² , N > 2 400
林龄结构 C ₃	1 合理	合理 C ₃₁	~ 度竹数量占林分各度竹总数的比例为 S = 50%
	2 较合理	较合理 C ₃₂	~ 度竹数量占林分各度竹总数的比例为30% < S < 50%
	3 不合理	不合理 C ₃₃	~ 度竹数量占林分各度竹总数的比例为 S < 30%
平均胸径 C ₄	1 大径材	大径 C ₄₁	平均胸径/cm, D ≥ 9
	2 中径材	中径 C ₄₂	平均胸径/cm, 7 < D < 9
	3 小径材	小径 C ₄₃	平均胸径/cm, D < 7
土壤立地 地级 C ₅	1 肥沃型	肥沃 C ₅₁	山地黄壤, 黄红壤, 紫色土, 土层厚, A 层20 cm 以上, 沙壤至轻粘上, 疏松、湿润
	2 中等肥沃型	中肥 C ₅₂	红壤, 黄红壤, 土层厚 60 cm; A 层10 cm 左右, 粘重, 紧实
	3 瘠薄型	瘠薄 C ₅₃	石质山, 粗骨型红壤, 土壤厚 < 60 cm; A 层 < 10 cm, 干燥, 紧实
地形 C ₆	1 适宜地形	地形 C ₆₁	低山, 丘陵, 长坡中下部, 山谷, 平地, 凹形或平直缓坡, 阴坡, 坡度 < 30°; 地形隐蔽
	2 较适宜地形	地形 C ₆₂	低山, 丘陵, 长坡中上部, 短坡全部, 半阳坡或半阴坡
	3 不适宜地形	地形 C ₆₃	山顶, 山脊, 风口地带, 长坡上部, 陡坡, 阳坡

$F = 111.1639$ $F_{0.01} = 3.0490$, 用此模型对应判别, 对我省1989 ~ 1995年的53块标准地进行应用检验, 其应用判别率为76.6%。

2.2.2 病害与林分生态因子相关性分析 复相关系数为0.9413, 据复相关系数 R 的 t 检验定义^[9]: $|t| = 14.4898$ $t_{0.01} = 2.6363$ 。说明: 毛竹枯梢病的发生与其林分的生态因子有紧密联系, 并具有综合性, 在 $t_{0.01}$ 水平上呈极显著。又据偏相关系数 r_i 的 t 检验:

$$r_{(地形)} = 0.8697 \quad t_{(地形)} = 9.1545 \quad t_{0.01} = 2.6363$$

$$r_{(土壤)} = 0.6809 \quad t_{(土壤)} = 4.8315 \quad t_{0.01} = 2.6363$$

$$r_{(结构)} = 0.5774 \quad t_{(结构)} = 3.6748 \quad t_{0.01} = 2.6363$$

$$r_{(类型)} = 0.3560 \quad t_{(类型)} = 1.9801 < t_{0.01} = 2.6363$$

$$r_{(胸径)} = 0.3449 \quad t_{(胸径)} = 1.7241 < t_{0.01} = 2.6363$$

$$r_{(密度)} = 0.1992 \quad t_{(密度)} = 1.0565 < t_{0.01} = 2.6363$$

从偏相关系数及 t 检验结果中可以看出: 与毛竹枯梢病病情指数关系最大的林分生态因子是地形, 其次是土壤立地状况与林龄结构, 在 $t_{0.01}$ 水平上呈极显著。与各因子病情指数的相关紧密程度依次为地形、土壤立地状况、林龄结构、林分类型、竹平均胸径、竹林密度。

3 结 论

(1) 根据毛竹枯梢病的林分及立地因子调查研究与数量化理论 多元回归分析表明, 毛竹枯梢病的发生或林分病情的严重度是由多种林分生态因子长期综合作用的结果。

(2) 毛竹枯梢病的生态模型为: $Y = 40.4932 - 3.5435C_{11} - 1.9805C_{21} - 0.9427C_{22} - 6.7996C_{31} - 5.0023C_{32} - 3.6588C_{41} - 2.4091C_{42} - 17.9836C_{51} - 12.2900C_{52} - 8.8894C_{61} -$

3. 150 4C₆₂。用此模型,对福建省1989~1995年的53块样地的对应判别准确率为76.6%。故可通过此模型分析判断不同生境下病害可能发生的严重程度,并以此为依据指导测报点的设置和以营林措施为主的生态控制技术的实施,以提高病害测报的准确性和防治工作的针对性。

(3)对于不同地点、不同林分毛竹枯梢病防治,应先对发病林分的生境进行全面观察和综合分析,并通过模型找出主要矛盾,以确定各林分或造林地的影响发病的主导生态因子,然后分别实施相应可行的营林防治和造林设计防治技术,以调整林分生态关系,达到控制病害流行的目的。

参考文献:

- [1] 张素轩.毛竹枯梢病菌属喙球壳属一新种[J].南京林产工业学院学报,1982,(1):154~158.
- [2] 中国农林科学院安吉科技服务组.毛竹枯梢病的研究[J].林业科学,1976,12(3):63~68.
- [3] 廖天仁.毛竹枯梢病侵染源的特性及其防治[J].宜春林业科技,1983,(5):116~119.
- [4] 宜春地区毛竹枯梢病科研协作组.毛竹枯梢病研究初报[J].江西林业科技,1984,(3):21~25.
- [5] 邱子林,林强,黄建河,等.毛竹枯梢病症状、病原形态与生态学特性研究[J].福建林学院学报,1991,11(4):411~417.
- [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] 董文泉.数量化理论及其应用[M].长春:吉林人民出版社,1979.32~48.
- [8] 北京林学院.数理统计[M].北京:中国林业出版社,1979.
- [9] 南京林产工业学院竹类研究室.竹林培育[M].北京:中国林业出版社,1981.

The Relationship between Occurrence of the Dieback Blight of *Phyllostachys pubescens* and Stand Growth and Site Conditions

LIN Qing-yuan¹, LIN Qiang¹, HUANG Jie², ZHANG Wen-qin³,
HUANG Bin-rong¹, CHEN Xi-huan³

- (1. Forest Insect and Disease Control Station of Forest Department of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China; 2. Forestry Bureau of Meilie District, Sanming City of Fujian Province, Sanming 365000, Fujian, China; 3. Forest Disease and Insect pest Control and Quarantine Station of Youxi County, Fujian Province, Youxi 365100, Fujian, China)

Abstract: From 1991 to 1998, an intensive investigation on the disease index and ecological factors of the dieback blight of *Phyllostachys pubescens* was performed in forestry farms in Fujian Province. The data analysis of 83 plots of *P. pubescens* plantations indicated that the disease index correlates to ecological factors. The ecological model of the dieback blight of *P. pubescens* was established as follows: $Y = 40.4932 - 3.5435C_{11} - 1.9805C_{21} - 0.9427C_{22} - 6.7996C_{31} - 5.0023C_{32} - 3.6588C_{41} - 2.4091C_{42} - 17.9836C_{51} - 12.2900C_{52} - 8.8894C_{61} - 3.1504C_{62}$. In this formula Y represents forest disease index and $C_{11} \sim C_{63}$ represents ecological factors (level). According to the investigation and analysis, the occurrence and development of the dieback blight of *P. pubescens* is an integrated result of a long-time reciprocity of different ecological factors. On the basis of the model, assistant forecasting technique and ecological control by afforestation were put forward.

Key words: dieback blight of *Phyllostachys pubescens*; *Ceratospaeria phyllostachydis*; stand growth and site conditions; ecological control