

新西兰辐射松根朽病与温度、 湿度关系的数量模型*

束庆龙 宋淑梅 赵卫中 N. M. Self

关键词 辐射松根朽病、温度、降雨量、土壤湿度、数量模型

早在1930年,新西兰就有关于4年生辐射松 *Pinus radiata* D. Don 幼树受根朽病危害致死的报道^[1]。60多年来,该病害一直在很多林场造成幼树死亡、大树黄化等危害^[2~4]。然而,根朽病的流行范围却比较稳定,北岛的北部和南部,南岛的Alps山脉的东部等地区很少有此病发生,即使在同一林分,危害程度也差异很大。这一现象表明根朽病的发生发展与环境条件的关系十分密切。作者曾对根朽病与林龄和立地条件等因素关系进行过调查分析,并指明前作为天然林、松林;土壤为火山土;地形为山凹、山沟、平地等对病情的发展有重要的影响^[5]。本研究则是进一步探讨温度和湿度(降雨量、土壤湿度等)与病害发生的关系。

新西兰辐射松根朽病的主要病原是两种蜜环菌(*Armillaria novae-zelandiae* 和 *A. limonea* (Vahl.) Fr.),两者致病力十分接近^[6],因此本文不对它们加以区分。为简便起见,文中仅使用根朽病菌或蜜环菌等术语。

1 研究方法

1.1 病情调查

1.1.1 林场选择 本研究共选择16个林场50块林分,这些林场和林分分布范围从北岛的北端到南岛的南缘,广泛代表了新西兰辐射松人工林的不同温度和湿度条件。

1.1.2 样地的选择和建立 样地仅选择前作为天然林和松林的林分,因为这两类林地证实为易发病地,蜜环菌较为常见。前作为农场、沙丘地、灌木林等林分由于罕见病害不作为此次研究对象。每块林分设5块样地,每样地调查20株,共100株。样地不选路旁、防火道、集材场等空旷地。

1.1.3 病情检查 用一特制的工具将每株树的根围处土壤扒开并刮净,细心检查其蜜环菌的感染情况。假如菌索和流脂现象同时存在,被认为是发病;假如两者不存在或仅一种症状存在,均被认为是未发病。

1.2 温度和湿度变量因子的选择和资料的收集

温度选用年平均温度(T_1)、最高月平均温度(T_2)和最低月平均温度(T_3),湿度取降雨量

1995-03-29 收稿。

束庆龙讲师(安徽农业大学林学系 合肥 230036);宋淑梅,赵卫中(山西农业大学林学系);N. M. Self(新西兰林业研究所)。

* 本文系新西兰林学院和林业研究所4087号合作项目。作者于1993年5月~1994年5月赴新西兰坎特伯里大学林学院进修时开展此项研究。该研究得到林学院A. G. D. Whyte博士、林业研究所森林健康组P. D. Gadgil博士和C. K. S. Chou博士的指导,安徽农业大学林学系刘世骥教授审阅全文,在此一并致谢。

和土壤湿度两因素。其中降雨量采用年降雨量(R_1)和年降雨日数(R_2);土壤湿度分为低洼积水(L_1)、平缓湿润(L_2)和山坡或干燥(L_3)三种类型。在进行病情调查时,土壤湿度也同时记载。土壤湿度是根据地形、土质、排水状况和调查时实际湿度综合评价,调查者对同一样地分别记录,汇总时若不一致再重新考察。

气象资料从新西兰气象局出版的各类资料中查得。数据取建站以来的平均值。大多数林场拥有自己的气象站,少数没有气象站的山坡选用最靠近该林场的气象站资料^[7]。

1.3 数据分析与模型建立

本研究使用 Minitab 统计分析系统,在 486 DX-50 微机上进行。在计算时,土壤湿度因素采用 0~1 化,其它直接用数值,先逐步回归筛选出对病害有贡献的因子,再运用多元回归求出各贡献因子在病害中的得分值,线性模型为: $\hat{Y}=f(T_1+R_1-L_1)$ 。

2 结果与分析

2.1 病害流行的范围和数学模型

从三类因素 8 个变量因子中,筛选出年平均温度、年降雨量、低洼积水、平缓湿润 4 个因子对病害有显著的影响。在本次研究范围内,年平均温度从 9.4 °C 到 16 °C;年降雨量在 659~1 934 mm 之间。病害主要分布于年平均温度小于 13 °C、年降雨量大于 1 000 mm 的地区。在可发病区域内,病情与土壤湿度趋势为:低洼积水病重,平缓湿润中等,山坡或干燥处发病轻甚至不发病。以此建立的数学模型为:

$$\hat{Y} = -0.8 - 1.5T_1 + 15.1R_1 + 43.2L_1 + 11.1L_2$$

式中: \hat{Y} = 发病率预测值; T_1 = 年平均温度;
 R_1 = 年降雨量(单位: mm); L_1 = 低洼积水;
 L_2 = 平缓湿润。

方差分析结果见表 1。确定系数 $R^2=84.8\%$ 。在 50 块样地中,仅 2 块实测值与模型不符,适合率达 96%。

表 1 方差分析

变 量	回归系数	标准误差	$P>0$
常数项	-0.791	11.78	0.094
T_1	-1.474	0.823	0.048
R_1	15.124	5.452	0.009
L_1	43.153	3.641	0.000
L_2	11.133	3.333	0.002

2.2 各类因素与病害关系

温度与根朽病的发病率略呈负相关。在新西兰境内,该病主要分布于 13 °C 以下地区,在温度较高的奥克兰地区很少发生。此外,在同一林区,海拔高、冷凉处的病情也普遍高于低海拔、温度较高处的林分。如 Nelson 林区,海拔 400 m 左右处的林分发病率为 54%,而山脚下同样立地条件林分的发病率为 22%。温度高发病轻可能与蜜环菌赖以生存的树桩分解腐烂快、树木生长势强等因素有关。

降雨量是决定根朽病区域分布的主要因子。在年降雨量小于 1 000 mm 的地区,如各山脉的东部地区,根朽病普遍危害较轻。

在发病区域内,根朽病与叶部病害不同,其发病与否和发病轻重主要取决于土壤湿度,降雨量对病情的影响也是通过土壤湿度来发挥作用的。以致低洼积水因素在模型中得分值高达 43.2%,明显高于另外两种土壤湿度水平(平缓湿润为 11.1%;山坡或干燥为 0%)。在降雨量不同的地区,如 Waipoua 林场和 Rankleburn 林场,前者降雨量高达 1 934 mm,但在山坡上的

林分由于排水良好,并未发病;后者年降雨量仅为 918 mm,在一山凹积水处 23 株林木就有 13 株染病,发病率达 57%。在降雨量相同的林分,如 Golden Down 林场 44 号林分,山沟积水处发病率为 54%;而山坡干燥处仅为 6%,差异十分显著。北岛中部年降雨量高(1 500 mm 左右),大多数林地平缓湿润或低洼积水,据此可解释为什么该地区辐射松根朽病发生普遍且严重。相反,辐射松种植在山坡上,或平地砂质土等不积水的林地,不论降雨量多寡,病害很少成灾。

综上所述,虽然温度和湿度对辐射松根朽病的分布有显著的影响。但在新西兰这个岛国,陆地与海洋的距离最远不超过 130 km,地区间温差较小,辐射松人工林分布区内温度均没有超出蜜环菌的生存范围^[8]。所以温度对病害的影响可能是其间接的作用,这有待进一步研究。而由于受海洋和山脉的双重影响,新西兰地区间年降雨量差异极大(300~8 000 mm),根朽病却发生于土壤湿度较高的林分,这是造成辐射松根朽病的地区间病情差异的原因所在。因此,对易发病地进行开沟排水、降低土壤湿度,乃是病害防治的关键措施。

参 考 文 献

- 1 Birch T T C. *Armillaria mellea* (Dahl) Quel. in relation to New Zealand forests. Report of the Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science, 1937, 23: 276~279.
- 2 Van der Pas J B. A statistical appraisal of *Armillaria* root rot in New Zealand plantations of *Pinus radiata*. New Zealand Journal of Forestry Science, 1981, 11: 23~26.
- 3 Hood I A. *Armillaria* root disease in New Zealand forests. New Zealand Journal of Forestry Science, 1989, 19: 180~187.
- 4 Hood I A, Sandbery C J. *Armillaria* — a hidden disease of *Pinus radiata*. New Zealand Forestry, 1993, 8: 29~32.
- 5 Shu Qinglong, Song Shumei, He Nia, et al. Quantitative analysis of relationship between *Armillaria* root rot and site factors in *Pinus radiata* plantations. Journal of biomathematics, 1995, (in press).
- 6 Shaw C G III, Mackeazie N, Toes E H A, et al. Cultural characteristics and pathogenicity to *Pinus radiata* of *Armillaria novae-zelandiae* and *A. linonea*. New Zealand Journal of Forestry Science, 1981, 11: 65~70.
- 7 New Zealand Meteorological Service. Summaries of climatological observation to 1980 and other miscellaneous publications. 1983.
- 8 Shaw C G III, Kile G A. *Armillaria* root disease. Agricultural hand-book NO. 691. Forest Service, United States Department of Agriculture, 1991.

Quantitative Model on the Relationship between *Armillaria* Root Rot and Temperature and Moisture in New Zealand *Pinus radiata* Plantations

Shu Qinglong Song Shumei Zhao Weizhong N. M. Self

Abstract The incidence of *Armillaria* root rot was quantified based on temperature, rainfall, and soil moisture in New Zealand *Pinus radiata* plantations. The results showed that the disease incidence decreased with the increase of temperature, and increased with the increase of rainfall and soil moisture. A linear multiple regression model that predicts infection levels of *Armillaria* root rot was derived: $Y = -0.8 - 1.5T_1 + 15.1R_1 + 43.2L_1 + 11.1L_2$. This model might give a clue for the disease control.

Key words *Armillaria* root rot of *P. radiata*, temperature, rainfall, soil moisture, quantitative model

Shu Qinglong, Lecturer (Department of Forestry, Anhui Agricultural University Hefei 230036); Song Shumei, Zhao Weizhong (Department of Forestry, Shanxi University); N. M. Self (Forest Health Group, Forest Research Institute, New Zealand).

“林分密度和生长建模国际研讨会”在中国林科院举行

国家自然科学基金重点项目“我国主要人工林生长模型、经营模型及优化控制”课题组在基金委的大力支持下,于1995年10月25日至29日在中国林业科学研究院资源信息研究所召开了林分密度和生长建模国际研讨会。会议由课题负责人唐守正研究员主持,邀请了南澳大利亚基础工业林业实验站的 Jerry Leech 教授,美国纽约州立大学环境科学和林学院的张连军助理教授,加拿大 Ontario, Sault Ste. Marie 的王永和助理教授,美国 Union Camp Corporation 的刘继平助理教授以及国内学者共 30 余人,会议交流论文 18 篇。与会人员对会议的成果给予了高度的评价,达到了互相交流和研讨的目的。为满足交流的需要,现拟将所有报告汇编成册,每册收工本费 100 元,欢迎来电或信函垂询。通讯地址:100091 北京颐和园后中国林科院 9 号信箱杜纪山,联系电话:(010)2582211 转 860。

(中国林科院资源信息研究所经理室)