

# 黑龙江省杨树烂皮病气象预报模型的适应性分析\*

刘 丹<sup>1</sup>, 于成龙<sup>1</sup>, 郭安红<sup>2</sup>, 李 帅<sup>1</sup>, 杜春英<sup>1</sup>, 王纯枝<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省气象科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 国家气象中心, 北京 100081)

**摘 要:** 在构建东北地区杨树烂皮病发生发展气象适宜度预报模型的基础上, 选取黑龙江省西部地区 5 个试验点, 以 1972 - 1974 年当地杨树烂皮病观测记录为标准, 对该模型进行局部地区应用试验。结果表明: 仅利用当地气象观测站的气象数据进行气象适宜度等级预报的准确率比较低, 总体预报准确率仅为 38.07%, 而对气象要素进行空间插值能把预报准确率提高到 72.16%。此研究可为黑龙江省气象部门进行杨树烂皮病的气象适宜度预报提供技术参考。

**关键词:** 杨树烂皮病; 气象适宜度; 适应性; 黑龙江省

**中图分类号:** P363.41 + 1   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1000 - 811X(2012)03 - 0045 - 04

有关杨树烂皮病的研究大体上可分为病原学<sup>[1-2]</sup>、发生流行规律<sup>[3-4]</sup>及条件<sup>[5-6]</sup>、防治技术<sup>[7-8]</sup>等几类。研究表明, 该病害除了受其自身的生物学特性影响外, 还受树木品种、管理及防治措施、气象条件等外在因素的影响, 其中气象条件与病害的发生流行有着密切的关系<sup>[9]</sup>。在其他因素具备的情况下, 气象条件往往成为杨树烂皮病害发生流行的关键因素<sup>[5]</sup>。

杨树烂皮病是杨树的主要病害之一, 东北地区是杨树烂皮病的高发区, 树木发病率常在 35%、死亡率达 15% 以上<sup>[10]</sup>。虽然该病害的蔓延是可防可控的, 但由于对该病害的发生流行规律尚不十分清楚, 且缺乏有效的预警机制, 目前该病害的防治存在一定的盲目性。本文针对这一现象, 参考王纯枝等<sup>[6]</sup>的模型构建方法, 构建了东北地区杨树烂皮病发生发展气象适宜度预报模型。在黑龙江省选取 5 个试验点, 结合当地小气候特点, 对该模型进行局部地区的应用试验, 以期从气象角度对东北地区杨树烂皮病的发生发展进行有效预测, 从而提高该地区杨树烂皮病防治效率。

## 1 研究地点简介

本文的研究地点有 5 个, 分别位于黑龙江省的依安县、林甸县、杜尔伯特蒙古族自治县、齐齐哈尔市市辖区和龙江县, 均位于黑龙江省西南部(122°24' ~ 125°42'E, 45°52'E ~ 48°4'N), 具体位置如图 1 所示。这 5 个县(市)地处松嫩平原西部边缘地带, 地势由西北逐渐向东南倾斜, 中部较为平坦, 海拔高度在 137 ~ 160 m。年平均气温

3.6 °C, 最冷月 1 月平均气温 -19.3 °C, 最热月 7 月平均气温 22.8 °C, 年均活动积温 2 940.8 °C。平均降水量 431.9 mm, 年均无霜期 130 d。共有森林面积 757.68 km<sup>2</sup>。

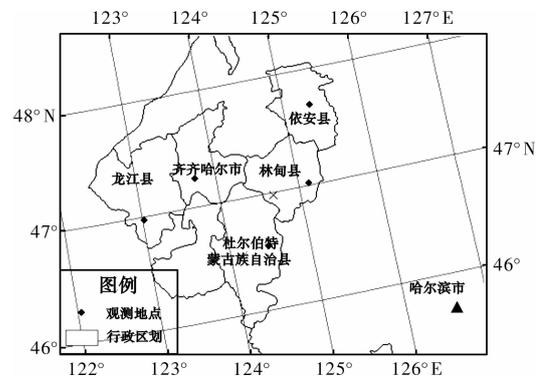


图 1 杨树烂皮病观测地点位置图

## 2 数据来源及处理

杨树烂皮病调查数据来自黑龙江省森林资源与环境研究院, 时间为 1972 - 1974 年, 气象数据来自黑龙江省气象局逐日整编数据, 时间为 1961 - 1991 年。在参考文献[3, 5 - 6, 9]指标生理意义的基础上, 对上年 11 月 - 翌年 4 月逐月、逐旬的气温、降水、相对湿度、雨日、日照、风速、温湿系数、极端最低气温、Tamin < -20 °C 的天数以及气温日较差 > 15 °C 天数、气温日较差 > 20 °C 天数等气象指标进行分析, 筛选东北地区上年 11 月 - 翌年 6 月与杨树烂皮病发病面积显著相关(显著性水平 sig. < 0.05)的气象因子, 再对同时段内、

\* 收稿日期: 2011 - 10 - 21   修回日期: 2012 - 01 - 11

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项经费项目(GYHY200906028)

作者简介: 刘丹(1974 -), 女, 黑龙江加格达奇人, 博士研究生, 副研究员, 主要从事生态方面的研究。

E-mail: nefuliudan@163.com

同类气象因子再逐步回归筛选(去除法筛选), 最终筛选确定 8 个关键气象因子进行模型组建, 分别对应表 1 中的  $T_1 - T_8$ , 各变量均为实测值, 代表的意义如下:

$T_1$  为上年 11 - 12 月气温日较差  $> 15\text{ }^\circ\text{C}$  的天数;  $T_2$  为 3 月平均气温;  $T_3$  为 4 月上旬平均气温;  $T_4$  为 4 月下旬平均气温;  $T_5$  为 5 月平均气温;  $T_6$  为 3 月平均空气相对湿度;  $T_7$  为 3 月下旬平均风速;  $T_8$  为 4 月温湿系数据此构建发生发展气象适宜度预报模型:

$$Z = 3.055 + 1.357Y_1 + 3.33Y_2 + 0.46Y_3 - 0.966Y_4 - 1.318Y_5 + 0.89Y_6 - 2.157Y_7 - 0.073Y_8 \quad (1)$$

式中:  $Y_1 \sim Y_8$  均为按照表 1 的计算方法得到的归一化数据。 $Z$  为杨树烂皮病发生发展气象适宜度指数, 等级划分标准见表 2;  $Y_1$  为上年 11 - 12 月气温日较差  $> 15\text{ }^\circ\text{C}$  的天数;  $Y_2$  为 3 月平均气温;  $Y_3$  为 4 月上旬平均气温;  $Y_4$  为 4 月下旬平均气温;  $Y_5$  为 5 月平均气温;  $Y_6$  为 4 月温湿系数  $\frac{T_6}{T_2}$ ;  $Y_7$  为 3 月平均空气相对湿度;  $Y_8$  为 3 月下旬平均风速。

表 1 气象要素归一化计算方法

气象要素	归一化因子 Y 公式	计算结果标号
$T_1$	$Y = \begin{cases} 1, & X \geq 15; \\ \left(\frac{X}{15}\right)^4, & X < 15. \end{cases}$	$Y_1$
$T_2 \sim T_5$	$Y = \begin{cases} 0.5, & 5 \leq X_j < 10 \text{ 或 } 15 < X_j < 20 \text{ 或 } 25 < X_j \leq 30; \\ 0, & X_j > 30 \text{ 或 } X_j < 5; \\ 1, & 15 \geq X_j \geq 10 \text{ 或 } 25 \geq X_j \geq 20. \end{cases}$	$Y_2 \sim Y_5$
$T_6$	$Y = \begin{cases} 0, & X_j < 3 \text{ 或 } X_j > 8; \\ 1, & 8 \geq X_j \geq 3. \end{cases}$	$Y_6$
$T_7$	$Y = \begin{cases} \left(\frac{X_j}{60}\right)^3, & X_j < 60; \\ \left(\frac{80}{X_j}\right)^3, & X_j > 80; \\ 1, & 80 \geq X_j \geq 60. \end{cases}$	$Y_7$
$T_8$	$Y = \begin{cases} \left(\frac{X_j}{2}\right)^3, & X_j < 2; \\ 1, & X_j \geq 2. \end{cases}$	$Y_8$

表 2 杨树烂皮病发生发展气象适宜度等级指标

气象条件	气象适宜度指数	等级
非常适宜	$Z \geq 2.5$	1
适宜	$2.5 > Z \geq 1.5$	2
基本适宜	$0.5 < Z < 1.5$	3
不适宜	$Z \leq 0.5$	4

### 3 结果与分析

#### 3.1 基于气象观测站数据的模型准确率检验

把 1972 - 1974 年黑龙江省西部 5 县(市)气象观测站的气象数据代入模型中, 计算当地杨树烂

皮病发病气象适宜度等级并与观测点的发病等级进行对比, 从表 3 中可以看出, 总样本数为 176 个, 级别一致的有 67 个, 总准确率为 33.52%。分别各级别预报准确率分析, 3 级(气象条件基本适宜)、4 级(气象条件不适宜)的预报准确率达到 100%, 而越高级别的预报准确率越低, 到 1 级(气象条件非常适宜)的预报准确低于 10%。可见, 随着气象条件适宜程度的增加, 预报准确率在明显下降, 分析原因可能与所选观测点的代表性和气象要素观测值的代表性有关。

表 3 基于气象观测站数据的杨树烂皮病气象适宜度模型检验准确率

	1 级	2 级	3 级	4 级	合计
观测发生级别个数	116	14	19	27	176
预报相应级别个数	11	4	33	128	176
预报与观测一致个数	11	4	19	27	67
准确率/%	9.48	28.57	100.00	100.00	38.07

#### 3.2 基于空间插值后气象数据的模型准确率检验

当地气象观测站的观测数据只能代表观测地及其周边小范围的气象条件, 由于黑龙江省气象观测站布点稀疏, 且杨树烂皮病的试验地点距离气象站点还有很长一段距离, 因此当地气象观测站的气象数据很难准确反映试验地的气象条件。针对这一问题, 本文对气象要素进行空间差值, 再次对模型的准确率进行检验。

以林甸县气象观测站位置为中心做 300 km 缓冲区, 用在缓冲区内的黑龙江省气象观测站点的气象数据作空间插值。其中温度因素的插值方法为: 以经度、纬度和高程为自变量, 温度为因变量做线性回归方程, 再利用栅格运算的方法对温度因素进行空间分辨率为 1 km 插值, 然后把试验观测点所在位置的气象因子提取出来。其他气象因子利用样条法对数据进行空间分辨率为 1 km 插值, 用同样方法提取试验观测点的气象数据。表 4 中列出了不同温度因素的回归方程, 方程中  $Y$  代表各温度因子实测值,  $lat$  代表纬度(度),  $log$  代表经度(度),  $alt$  代表海拔高度(m)。插值所用气象数据为 1971 - 1974 年黑龙江省气象局整编的逐日气象数据, 表中可见, 各温度因子与经度、纬度和高程都具有极显著的相关性。

表 5 中显示了利用空间插值后的气象因素计算的气象适宜度级别个数, 并检验了模型的准确率。可见, 基于空间插值数据的模型总准确率为 72.16%, 在总体样本不变的情况下, 比表 3 中没有基于空间插值数据的模型总准确率高 34.09%。从各个级别的准确率分布来看, 3 级的准确率最高, 为 84.21%; 其次是 2 级, 为 78.57%; 1 级最低, 为 68.97%, 可见, 中等级别的准确率要高于最高和最低级别。与表 3 中的准确率相比, 1 级和 2

级的准确率有明显提高, 分别提高了 59.49% 和 50.00%, 而 3 级和 4 级的准确率却出现了下降现象, 分别下降了 15.79% 和 25.93%, 表 3 中的总体

预报级别明显偏低造成了 2 级和 3 级准确率过高, 这是导致表 4 中 3 级和 4 级准确率偏低的原因之一。

表 4 插值用温度因子的回归方程

温度因子	年	回归方程	R <sup>2</sup>	Sig.	样本数
T <sub>2</sub>	1971	$Y = 112.099 - 1.265 \text{ lat} - 0.475 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.894	0.000 1	32
	1972	$Y = 69.709 - 0.843 \text{ lat} - 0.259 \text{ log} - 0.003 \text{ alt}$	0.893	0.000 1	32
	1973	$Y = 199.497 - 1.110 \text{ lat} - 1.229 \text{ log} - 0.001 \text{ alt}$	0.884	0.000 1	32
	1974	$Y = 113.750 - 1.194 \text{ lat} - 0.517 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.845	0.000 1	32
T <sub>3</sub>	1971	$Y = 84.692 - 1.351 \text{ lat} - 0.158 \text{ log} - 0.011 \text{ alt}$	0.956	0.000 1	32
	1972	$Y = 74.009 - 0.846 \text{ lat} - 0.267 \text{ log} - 0.004 \text{ alt}$	0.869	0.000 1	32
	1973	$Y = 54.592 - 0.626 \text{ lat} - 0.185 \text{ log} - 0.004 \text{ alt}$	0.916	0.000 1	32
	1974	$Y = 62.325 - 0.924 \text{ lat} - 0.127 \text{ log} - 0.003 \text{ alt}$	0.790	0.000 1	32
T <sub>4</sub>	1971	$Y = 84.951 - 0.965 \text{ lat} - 0.235 \text{ log} - 0.006 \text{ alt}$	0.936	0.000 1	32
	1972	$Y = 106.480 - 0.939 \text{ lat} - 0.410 \text{ log} - 0.001 \text{ alt}$	0.888	0.000 1	32
	1973	$Y = 203.724 - 1.786 \text{ lat} - 0.892 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.962	0.000 1	32
	1974	$Y = 81.645 - 0.818 \text{ lat} - 0.293 \text{ log} - 0.003 \text{ alt}$	0.876	0.000 1	32
T <sub>5</sub>	1971	$Y = 72.083 - 0.546 \text{ lat} - 0.258 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.924	0.000 1	32
	1972	$Y = 82.362 - 0.629 \text{ lat} - 0.312 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.881	0.000 1	32
	1973	$Y = 101.019 - 0.608 \text{ lat} - 0.466 \text{ log} - 0.005 \text{ alt}$	0.932	0.000 1	32
	1974	$Y = 91.795 - 0.928 \text{ lat} - 0.280 \text{ log} - 0.004 \text{ alt}$	0.943	0.000 1	32
T <sub>8</sub>	1971	$Y = -2.596 + 0.035 \text{ lat} + 0.008 \text{ log}$	0.846	0.000 1	32
	1972	$Y = -1.829 + 0.015 \text{ lat} + 0.01 \text{ log}$	0.762	0.000 1	32
	1973	$Y = -8.692 + 0.084 \text{ lat} + 0.038 \text{ log}$	0.781	0.000 1	32
	1974	$Y = -3.047 + 0.026 \text{ lat} + 0.016 \text{ log}$	0.808	0.000 1	32

表 5 基于空间插值数据的杨树烂皮病气象适宜度模型检验准确率

	1 级	2 级	3 级	4 级	合计
观测发生级别个数	116	14	19	27	176
预报相应级别个数	90	11	25	50	176
预报与观测一致个数	80	11	16	20	127
准确率/%	68.97	78.57	84.21	74.07	72.16

## 4 结论与讨论

本文参考王纯枝等<sup>[6]</sup>的模型, 构建了东北地区杨树烂皮病发生发展气象适宜度预报模型, 并对杨树烂皮病在黑龙江省西部地区发生状况进行模拟预报, 对预报准确率进行检验。结果发现, 单纯利用当地气象观测站气象数据的总体预报效果不好, 只有 38.07%。而把气象要素进行空间插值后, 提取试验点的气象数据进行模拟预报, 总体预报准确率有明显提升, 为 72.16%。该研究可为黑龙江省气象部门进行杨树烂皮病的气象适宜度预报提供技术参考。由于此模型所需的气象数据从前一年 11 月到当年的 5 月, 因此应用此方法在 6 月初即能做出病害发生的潜势预报, 可为当地林业及园林部门杨树烂皮病的防治提供参考信息。

杨树烂皮病的发生发展除与气象因素密切相关外, 还与当地土质、地势、树木品种、树木长势、病原基数、人工防治因素等有关<sup>[5,10]</sup>, 由于本文引用的是气象适宜度预报模型, 只是从气象角度考虑了病原菌的越冬、发生和发展以及树木长

势因素, 因此在实际应用过程中, 在考虑气象适宜度等级外, 应结合其他因素综合考虑, 提高预报的准确率。

**致谢:** 本文用到数据受到国家林业局森林病虫害防治总站和黑龙江省森林资源与环境研究院的大力支持, 在此表示感谢。

## 参考文献:

- [1] 冀瑞卿, 李玉, 宋瑞清, 等. *Amanita virosa* 对杨树烂皮病的抑制效果及其抑菌机理初探 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29(6): 1-4.
- [2] 袁秀英, 白红霞, 白玉明, 等. 杨树内生真菌的分离和拮抗生防菌的筛选 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 713-717.
- [3] 杨冬. 高原杨树烂皮病及其发病原因 [J]. 植物保护, 2004, 30(4): 35.
- [4] 张星耀, 赵仕光. 杨树烂皮病空间格局及抽样技术的研究 [J]. 西北林学院学报, 1993, 8(1): 21-26.
- [5] 向玉英, 陈国贤. 杨树烂皮病发病诱因的研究 [J]. 植物保护学报, 1981, 8(2): 137-142.
- [6] 王纯枝, 郭安红, 王玉玲, 等. 华北地区杨树烂皮病发生发展气象适宜度预报模型 [J]. 中国农业气象, 2011, 32(1): 139-143.
- [7] 张厚良, 王若森, 高金辉, 等. 4 种药剂对杨树烂皮病菌的抑制作用 [J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(1): 110-111.
- [8] 王广. 杨树烂皮病的发生与防治 [J]. 北京园林, 2009, 25(4): 57-58.
- [9] 汪太振, 于和, 姜常丰, 等. 杨树烂皮病 [*Valsa sordida* Nat.] 的研究 [J]. 东北林学院学报, 1981(1): 18-28.
- [10] 许怡玲. 哈尔滨主要绿化树种杨树烂皮病的综合治理 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2003.

(下转第 53 页)