

牡丹江市稻瘟病预测数学模型的制定

张增敏 朱传楹 黄春艳

(黑龙江省农科院植保所)

商世吉 罗桂茹 杨立群 边疆 张桂芳 董繁生

(黑龙江省农科院牡丹江农科所)

何传据 杨发毓 焦伟华

(牡丹江市植保植检站)

水稻是牡丹江市主要高产粮食作物之一, 约占粮食作物总产的30%。历年来造成水稻单产不稳的一个重要原因之一是稻瘟病的流行。与其它流行性病害相比, 年度间流行强度差异更大。以往由于很难作出准确预报, 大发生年份因防治不及时造成大幅度减产, 而小发生年份因盲目施用大量农药而造成浪费。

因此, 稻瘟病预测的研究无论在理论上还是在生产实践上都有十分重要的意义。浙江、湖南、江西等省有过研究, 国外也有不少应用模型方法预测病害的报道。北方各省尚未见到同类研究的报道。

本研究以牡丹江市所属7县1市100余万亩水稻的稻瘟病流行趋势为目标, 在Apple II Plus型微型电子计算机上, 采用因子分析和逐步回归的方法, 对牡丹江市自1951—1985年中的稻瘟病流行变动情况和气象因素间的关系进行了分析。应用现代系统科学的理论和方法, 制定了牡丹江市稻瘟病流行趋势的预报数学模型并编制了相应的计算机执行程序。

$$Y = -2.5686 + 10.961x_1 - 2.001x_2 - 10.173$$

$$x_3 + 3.55x_4 - 6.064x_5 + 2.686x_6 - 4.828x_7 - 20.371x_8 + M + N \pm 13$$

用此方程所得理论值与实测值比较, 历史符合率84%。1986年回溯预报和1987年、1988年生产应用预报, 结果均与实测相符。指导宏观防治取得了显著的经济效益, 生态效益和社会效益, 1987年、1988年由于预报准确, 减少农药用量60吨, 防治用工22.8万个, 获经济效益148.5万元。

研究方法

1. 资料来源

(1) 历年各地水田面积, 发病面积, 防治面积等资料系牡丹江市植保站提供。

(2) 历年气象资料系牡丹江气象台和黑龙江省气象台提供, 主要项目包括自1951—1985年历年5—6月各旬的平均气温、最高及最低气温、降雨量、相对湿度和日照时数。

2. 模型制定步骤

(1) 确定系统范围

(2) 建立原始矩阵

(3) 因子分析

- (4) 逐步回归
- (5) 确定调整因子
- (6) 编写微机执行程序
- (7) 可靠性检验
- (8) 实际应用与修正

数据分析工作在Apple II Plus微型计算机上进行。根据多年经验和历史资料得知, 农业行政部门统计的稻瘟病发病面积占水稻种植面积的百分率, 不仅反映病害流行的普遍程度, 也在一定程度上反映了病害的严重程度。因此我们用发病面积百分率作病害流行程度的指标。20%以下为轻发生, 20—40%

为中等发生, 40%以上为大发生。

由于我们收集的历史资料中既包括叶瘟, 也包括穗颈瘟的信息。在选择有关气象因子时, 将时间范围定为5—8月份, 计60个变量。首先对诸变量作因子分析以选出对稻瘟病流行作用较大的因子, 然后用逐步回归的方法导出优化预测方程

研究结果

1. 因子分析

特征根定为2, 选代次数定为50。方差极大法选得5个旋转因子(结果见表1、2)。

表1 方差极大旋转法所得因子载荷估计

变 量	因 子 载 荷				
	1	2	3	4	5
5月平均气温	0.596	0.176	-0.673	0.358	-0.012
5月最高气温	0.006	-0.135	-0.868	-0.017	-0.14
5月最低气温	0.753	0.5	-0.149	-0.01	0.122
6月平均气温	-0.032	0.803	-0.034	0.39	0.017
6月最高气温	-0.184	0.733	0.127	0.454	-0.010
6月最低气温	0.291	-0.212	-0.036	0.742	0.155
7月平均气温	-0.707	0.417	-0.051	-0.045	-0.195
7月最高气温	-0.628	0.508	0.076	-0.068	0.119
7月最低气温	0.285	0.143	0.012	0.854	-0.009
8月平均气温	0.716	0.247	0.119	0.427	0.2
8月最高气温	0.287	0.217	-0.079	0.505	0.727
8月最低气温	0.708	-0.011	-0.056	0.122	-0.539
5月日照时数	0.059	0.423	-0.735	0.255	0.055
6月日照时数	-0.135	0.94	0.135	-0.039	0.162
7月日照时数	-0.793	0.261	0.092	-0.284	0.124
8月日照时数	0.022	0.035	-0.039	-0.04	0.817
5月降雨量	-0.111	-0.051	0.275	-0.715	0.245
6月降雨量	-0.147	-0.764	0.294	0.216	0.14
7月降雨量	0.846	0.205	0.176	0.128	0.104
8月降雨量	0.266	0.136	0.649	0.224	-0.302
5月相对湿度	0.03	-0.086	0.899	-0.182	-0.144
6月相对湿度	-0.187	-0.923	0.123	0.194	-0.162
7月相对湿度	0.525	-0.121	0.275	0.466	-0.438
8月相对湿度	0.008	-0.018	0.613	0.236	-0.654

从表中可以看出, 前3个因子几乎构成了全部方差的70%。在第一个因子中, 具有较大因子载荷(即意味着对稻瘟病流行有较

高的重要性)的变量是7月份的平均气温、降雨量和日照时数, 5月份最低气温和8月份平均气温、最低气温, 第二个因子中,

表2 各因子对总方差贡献

因子序号	特征值	百分率 (%)	累计百分率 (%)
1	4.803	25.144	25.144
2	4.739	24.807	49.951
3	3.688	19.308	69.259
4	3.342	17.496	86.755
5	2.53	13.245	100

因子载荷大的变量全部集中在6月,包括平均气温,降雨相对湿度和日照时数;而第三个因子具有较大因子载荷的变量是5月的最高气温、日照时数和相对湿度。

这一结果与已往关于稻瘟病流行的调查资料相吻合。牡丹江叶瘟病始发期为6月下旬,盛期为7月中下旬。穗颈瘟(包括节瘟)最易感染期约在7月下旬至8月上旬,发病盛期在8月末至9月上旬。牡丹江市稻瘟病的损失主要是由穗颈瘟引起的,而叶瘟的病情又影响穗颈瘟的流行程度。所以从整体看,暂且不论及水稻品种感病性以及病菌生理小种等因子,就气象条件对病害流行的影响而言,7、8月是关键时期。叶瘟则主要受6月份气象因子的直接或间接影响,至于5月份的气象因子对发病影响不大,可作为次要因子而不予考虑。

2. 逐步回归

以发病面积百分率为因变量,各月分、旬气象资料作自变量作逐步回归分析,也证实了上述结果。

根据防治实践的需要,流行趋势的中期预报必须在穗颈瘟防治的关键时期,即7月下旬之前发出。在上述分析基础上,依据复相关系数较高,机误较小,生物学解释合理又便于应用的原则,选出了最佳方程如下:

$$Y = -25.686 + 10.961x_1 - 2.001x_2 - 10.173x_3 + 3.55x_4 - 6.064x_5 + 2.686x_6 - 4.828x_7 - 20.371x_8 + M + N \pm 13$$

式中Y为发病面积占水田面积百分

率(%)

x_1 为6月下旬平均气温(℃)

x_2 为7月上旬最高气温(℃)

x_3 为6月下旬最低气温(℃)

x_4 为7月上旬最低气温(℃)

x_5 为7月下旬平均气温(℃)

x_6 为6月中旬相对湿度(%)

x_7 为7月上旬降雨量自然对数值

x_8 为7月中旬相对湿度自然对数

M为7月上旬感病品种病叶率调整值

N为水稻感病品种种植面积调整值

(M、N取值方法见表3)

± 13 为70%置信区间

表3 调整项的取值方法

变量名称	取值条件	取值	注解
7月上旬感病品种病叶率调整值M	$D > 0$ $D = 0$ $D < 0$	$M = 10D$ $M = 0$ $M = 5D$	$D =$ 当年值 - 常年值
水稻感病品种种植面积百分率调整值N	$R > 0$ 或 $R < -10$ $R < 0$ 且 $R > -10$	$N = 0.5R$ $N = 0.25R$	$R =$ 当年值 - 上年值

该方程复相关系数 $r = 0.8536 \times \times$, 确定系数 $r^2 = 0.7287$, 在7月11日可从气象台获得所用的大部分项目的实测值和7月中旬平均气温的预测值, 唯有7月中旬相对湿度不属于气象台预报的项目, 因此无从获得。根据对1951—1986年历史资料所作回归分析, 导出了7月中旬相对湿度。

$$H_{72} = 74.225 + 0.3461H_{71} \times \times - 1.126T_{72} \times \times \pm 6.3$$

式中 H_{72} 为7月中旬相对湿度(%)

H_{71} 为7月上旬相对湿度(%)

T_{72} 为7月中旬平均气温(℃)

± 6.3 为90%置信区间

该方程复相关系数 $r = 0.640 \times \times$ 。确定系数 $r^2 = 0.4097$, 应用该预测式在7月中旬初

即可发出稻瘟病发生趋势预报。必要时在7月21日对第一次预报进行校正。

3. 可靠性检验

(1) 理论值与实测值的拟合度检验(结果见表4)。表中各年理论值都未用M、N诸项调整,事实上最终结果已包容了这些因素的影响,也无法得到确切的数据。1959年和1966年,两年离差较大,但预报的流行趋势与实际一致。1956年、1975年和1980年,实际

是轻发生,而理论值为中等发生,符合率为84%。

(2) 用1986年数据(未参加组建预测模型)牡丹江稻瘟病发生趋势作回溯预报,结果与实际相符,是中等发生年。

(3) 对1987年及1988年作生产应用预报,结果也与实际发生程度一致,两年均为轻发生年。

表4 拟合度检验(点估计)结果

年 度	实 测 值	理论值	残 差	流 行 程 度		拟合情况
				实 测	理 论	
1951	2.41	27.1	-3.0	中等	中等	√
1952	1.5	11.4	-9.9	轻	轻	√
1954	2.7	10.5	-7.8	轻	轻	√
1956	15.6	33.7	-18.1	轻	中等	×
1957	28.1	36.2	-8.1	中等	中等	√
1958	8.6	1.0	9.6	轻	轻	√
1959	61.6	42.5	19.1	重	重	√
1960	22.7	27.8	-5.1	中等	中等	√
1961	3.6	3.2	0.4	轻	轻	√
1962	33.9	35.2	-1.3	中等	中等	√
1963	59.9	52.1	7.8	重	重	√
1964	48.7	47.2	1.5	重	重	√
1965	7.2	38.8	-31.6	轻	中等	×
1966	13.3	-6.1	19.4	轻	轻	√
1974	19.7	15.8	3.9	轻	轻	√
1975	11.9	27.5	-15.6	轻	中等	×
1976	9.7	2.2	7.5	轻	轻	√
1978	7.2	8.0	-0.8	轻	轻	√
1979	1.6	-2.4	4.0	轻	轻	√
1980	14.3	26.7	12.4	轻	中等	×
1981	10.6	6.1	4.5	轻	轻	√
1982	9.1	9.2	-0.1	轻	轻	√
1983	20.5	33.1	12.6	中等	中等	√
1984	64.9	47.2	17.7	重	重	√
1985	28.3	32.7	-4.4	中等	中等	√

治制定宏观决策的工具。

2. 用统计学方法制定的经验模型具有实用性强的优点,但其应用局限性较大,对于牡丹江市以外的其他地区的稻瘟病发生预测,本文应仅具有在建立模型方法方面的参考价值。

讨 论

1. 本预测模型是一在多年观测数据支持下的经验模型,从两年的实际应用及可靠性检验结果看,可以作为该地区指导大面积防

3. 在预测模型中加入调整因子是提高其预测可靠性的有效方法, 在微机程序中利用条件语句, 将输入值直接转变为调整值, 这实际上是一种广义的人工智能方法。

4. 除了所用的气象因子, 稻瘟病的发病程度与不同时期的露温、露时有密切的关系, 但气象资料中无此类数据。这可能会影响到预测准确度的进一步提高。

草甸暗棕壤施用有机和无机肥料效果分析

张 振 江

(黑龙江省农科院黑河农科所)

肥料的效应受不同气候、土壤、作物和年份的影响, 只有经过多年定位试验的基础和结果, 才能对肥效和施肥方法做出较合理的评价。本试验目的是进一步研究和明确我国高寒地区化肥、麦秸、农家肥长期单施或配施对大豆、春小麦的增产效果和培肥效果。

黑河地区位于我国黑龙江省北端, 属于高寒地区。年平均气温 $-2.0-1.0^{\circ}\text{C}$, 无霜期仅80—130天, 5—9月气温较高, 7—8月降雨集中(350—450毫米), 占年降雨量75%, 昼夜温差大, 日照长可以满足春小麦和大豆生长发育的要求。全区总播种面积(包括农场)800多万亩, 以小麦、大豆为主, 小麦约占40—50%, 大豆为30%左右。农业土壤主要有黑土, 草甸土, 草甸暗棕壤等。由于土地资源丰富, 国营农场密布, 机械化程度高, 商品率高, 是国家重要的麦豆商品粮基地之一。为了探讨北部高寒麦豆产区有机、无机肥料配合施用的增产效应, 对土壤养分变化的影响, 为制定培肥地力和经济施用化肥提供科学依据, 从1979—1988

年在本地有代表性土壤(草甸暗棕壤)上进行了肥料定位试验。现将九年试验结果整理如下。

一、试验基本概况

试验在本所试验田上进行。土壤肥力中等, 地势较平坦, 0—20厘米土壤耕层平均值: 有机质4.22%, 全氮0.223%, 全磷0.166%, 水解氮5.59毫克/百克土, 速效磷0.81毫克/百克土, $P^H 6.12$ 。

试验处理为: (1)对照(不施肥料); (2)麦秸还田; (3)农家肥(马粪堆肥); (4)低量化肥(氮磷各2.5公斤); (5)麦秸还田配施低量化肥; (6)农家肥配施低量化肥; (7)高量化肥(氮磷各10公斤); (8)麦秸还田配施高量化肥; (9)农家肥配施高量化肥。每区面积0.33亩, 麦秸还田每亩用量200公斤, 逢麦还田, 农家肥亩用量1500公斤, 三年一茬粪。共计9个处理, 无重复。

轮作方式为一年一熟的麦—麦—豆。

注: 参加本项研究的还有刘发、孙百禄、陈富亭、张承万、刘英华、王克玉等。本文由副研究员王世栋同志审阅, 特此谢意。