

第二代玉米螟有虫株率 种群动态的模糊回归预测模型的研究

丁世飞

李照会

(山东农业大学基础部,泰安 271018)(山东农业大学植保系,泰安 271018)

Studies on Fuzzy Regression Forecasting Model of The Population of The Second Generation of Corn Borer

Ding Shifei

(Department of Basic Courses, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

Li Zhaohui

(Department of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

Abstract: Analyzing meteorological datas of 1965 ~ 1986 (except 1980) at Lin Yi, Shandong province, the authors deduced 5gradessub - function to forecast the population fluctuation of the second generation of the corn borer. The results tested the pest data showed that the fitting rate was 95.24%, and that accuracy of forecast for 1987 and 1988 was right.

Key words: Corn borer; Fuzzy sub - function ; Forecasting

摘要 本文对山东省临沂市 1965 ~ 1986 年(1980 年除外)共 21 年的观测数据进行了数量分析,建立了第二代玉米螟有虫株率的 5 个级别的模糊隶属函数。经回测验证,其完全符合率达 95.24%。将 1987、1988 年作为独立样本进行试报,其准确率达 100%。

关键词 玉米螟 模糊隶属函数 预测预报

在第二代玉米螟有虫株率预测预报体系中,从虫害的分级、选用因子的等级划分以及有虫株率的判断都是模糊的。因此,我们用模糊数学与统计分析相结合的方法来预测预报第二代玉米螟有虫株率。实践证明,此法不仅适宜,而且还能较好地使人们的经验吸收进去,颇有应用价值与推广价值。现将研究结果报道如下:

1 材料与方

1.1 资料来源

本文研究所用的历史原始数据资料是山东省临沂市植保站 1965 ~ 1986(1980 年的数据不全,未用)共 21 年的预报要素观测数值^[1]。

1.2 资料处理

1.2.1 预报因子筛选 影响第二代玉米螟有虫株率 $y(\%)$ 的主要相关因子是: X_1 为春、夏玉米种植面积之比; X_2 为第一代残虫量(头/百株); X_3 为 7 月上旬温雨系数; X_4 为 7

月上旬雨量(mm); X_5 为7月上旬平均温度($^{\circ}\text{C}$)。经计算复相关系数 $R = 0.9433$, $P < 0.01$ 。

1.2.2 预报要素分级标准 根据全国农作物主要病虫害划分的标准划分^[2],将预报对象 y 划分为5级:1级,小发生;2级,中等偏轻发生;3级,中等发生;4级,中等偏重发生;5级,大发生。预报因子 x_i ($i=1,2,3,4,5$) 采用点聚图法结合经验进行划分,相应也划分为5级,其分级标准如表1。

1.3 研究方法

表1 预报要素分级标准

级别	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	y
1	<0.02	<32	<1.7	<7	<23.4	<10
2	0.02~0.14	32~49	1.7~2.3	7~56	23.4~25.5	10~20
3	0.15~8.66	50~97	2.4~4.7	57~99	25.6~26.8	20.1~40
4	8.67~9.43	98~152	4.8~5.5	100~134	26.9~29.1	40.1~60
5	>9.43	>152	>5.5	>134	>29.1	>60

根据 A_g 、 Y_t 之值,可建立下列5个模糊隶属函数:

$$y_1(X) = \begin{cases} 1 & A_1 \geq Y_t \\ A_1/Y_t & A_1 < Y_t \end{cases}$$

$$y_2(X) = \begin{cases} Y_t/A_2 & A_2 \geq Y_t \\ A_2/Y_t & A_2 < Y_t \end{cases}$$

$$y_3(X) = \begin{cases} Y_t/A_3 & A_3 \geq Y_t \\ A_3/Y_t & A_3 < Y_t \end{cases}$$

$$y_4(X) = \begin{cases} Y_t/A_4 & A_4 \geq Y_t \\ A_4/Y_t & A_4 < Y_t \end{cases}$$

$$y_5(X) = \begin{cases} Y_t/A_5 & A_5 \geq Y_t \\ A_5/Y_t & A_5 < Y_t \end{cases}$$

($t=1,2,\dots,21$)

1.3.3 预测级别 若 $y_L(X) = \max\{y_1(X), y_2(X), y_3(X), y_4(X), y_5(X)\}$, 则将所对应的样本归属于第L级^[3]。

2 结果与分析

2.1 建立回归方程

根据预报要素分级标准(表1),将21年的预报要素观测数值化为级值(表2)。由表

1.3.1 建立回归方程 运用多元统计分析软件,借助于 IBM-PC386 微机,建立下列回归方程:

$$Y_t = \sum_{i=1}^5 b_i x_{it} + b_0 \quad (i=1,2,\dots,21)$$

其中 x_{it} 为第 i 个预报因子的第 t 个样本值所对应的级值。

1.3.2 建立模糊隶属函数 设

$$A_g = \sum_{i=1}^5 \bar{x}_{ig} + b_0 \quad (g=1,2,3,4,5)$$

其中 \bar{x}_{ig} 为第 g 级的第 i 个预报因子的样本级值的平均值。

2,可建立下列回归方程:

$$Y_t = 0.0025 + 0.3068x_{1t} + 0.5016x_{2t} + 0.3916x_{3t} - 0.2392x_{4t} + 0.0886x_{5t}$$

表2 历年预报要素分级值

年序	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	5	4	5	5	2	5
2	5	4	1	2	5	4
3	4	1	3	4	3	2
4	5	2	2	2	2	3
5	4	1	1	1	1	1
6	3	2	3	3	3	3
7	3	3	5	5	2	3
8	4	2	3	3	3	3
9	3	2	2	2	2	3
10	3	2	5	5	2	3
11	2	1	1	2	1	2
12	3	3	2	3	4	3
13	3	3	4	5	5	3
14	3	5	4	4	1	4
15	2	1	3	3	3	2
16	2	3	5	5	2	3
17	2	2	2	2	3	2
18	2	3	5	5	2	3
19	2	3	1	2	2	2
20	2	3	1	2	2	2
21	2	2	4	5	3	2

2.2 建立模糊隶属函数

根据所建立的回归方程,将预报要素分级值(表 2)代入,可算得 Y_t 的点估计值(表 3)。

再根据表达式

$A_g = 0.0025 + 0.3068\bar{x}_{1g} + 0.5016\bar{x}_{2g} + 0.3916\bar{x}_{3g} - 0.2392\bar{x}_{4g} + 0.0886\bar{x}_{5g}$ 将 1~5 级 5 个预报因子的样本(级值)平均值(表 4)代入,可算出 A_g 的值(表 5)。

表 3 Y_t 之值

t	Y_t	t	Y_t	t	Y_t	t	Y_t
1	4.482 1	7	3.366 9	13	3.241 1	19	2.211 3
2	3.899 1	8	2.955 9	14	4.129 1	20	2.211 3
3	2.215 1	9	2.408 1	15	1.840 7	21	2.253 7
4	3.021 7	10	2.865 3	16	3.060 1		
5	1.972 3	11	1.119 5	17	2.189 9		
6	2.649 1	12	2.844 7	18	3.060 1		

由表 5 可建立下列隶属函数:

$$y_1(X) = \begin{cases} 1 & 1.972\ 3 \geq Y_t \\ 1.972\ 3/Y_t & 1.972\ 3 < Y_t \end{cases}$$

$$y_2(X) = \begin{cases} Y_t/2.006\ 3 & 2.006\ 3 \geq Y_t \\ 2.006\ 3/Y_t & 2.006\ 3 < Y_t \end{cases}$$

$$y_3(X) = \begin{cases} \bar{Y}_t/2.947\ 6 & 2.947\ 6 \geq y_t \\ 2.947\ 6/Y_t & 2.947\ 6 < Y_t \end{cases}$$

$$y_4(X) = \begin{cases} Y_t/4.014\ 1 & 4.014\ 1 \geq Y_t \\ 4.014\ 1/Y_t & 4.014\ 1 < Y_t \end{cases}$$

$$y_5(X) = \begin{cases} Y_t/4.482\ 1 & 4.482\ 1 \geq Y_t \\ 4.482\ 1/Y_t & 4.482\ 1 < Y_t \end{cases}$$

($t = 1, 2, \dots, 21$)

表 4 预报因子各级别的样本(级值)平均值

级 别	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_3	\bar{x}_4	\bar{x}_5
1	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	2.286	1.857	2.143	2.857	2.429
3	3.100	2.500	3.600	3.800	2.700
4	4.000	4.500	2.500	3.000	3.000
5	5.000	4.000	5.000	5.000	2.000

2.3 预测效果检验

将 21 年的历史观测资料的级值代入模糊隶属函数,对第二代玉米螟有虫株率进行回测,其回测结果见表 6。

表 5 A_g 之值

级 别	A_g
1	1.972 3
2	2.006 3
3	2.947 6
4	4.014 1
5	4.482 1

由表 6 可见,21 年中预报级别与实际级别完全相符的有 20 年,其历史符合率达 95.24%。

2.4 预测应用

以未参加计算的 1987 年($t = 22$)、1988 年($t = 23$)的历史观测数据作为独立样本进行试报:已知 1987 年 $X_1 = 0.03$ 为 2 级, $X_2 = 40.7$ (头/百株)为 2 级, $X_3 = 1.7$ 为 2 级, $X_4 = 47.4$ (mm)为 2 级, $X_5 = 28.4$ ($^{\circ}\text{C}$)为 2 级,将其代入回归方程可得 $Y_{22} = 2.101\ 3$ 。由此可计算 5 个级别的隶属度:

表 6 回测验证结果

年 序	预测级别	实际级别	评 定
1	5	5	√
2	4	4	√
3	2	2	√
4	3	3	√
5	1	1	√
6	3	3	√
7	3	3	√
8	3	3	√
9	3	3	√
10	3	3	√
11	2	2	√
12	3	3	√
13	3	3	√
14	4	4	√
15	1	2	√
16	3	3	√
17	2	2	√
18	3	3	√
19	2	2	√
20	2	2	√
21	2	2	√

$y_1(X) = 0.9386$; $y_2(X) = 0.9548$; $y_3(X) = 0.7129$; $y_4(X) = 0.5235$; $y_5(X) = 0.4688$ 。

由于 $\max\{y_1(X), y_2(X), y_3(X), y_4(X), y_5(X)\} = y_2(X)$, 故预报该年第二代玉米螟有虫株率为 2 级, 而实际 $y = 11\%$ 为 2 级, 结果与实测相符。同理, 1988 年 $X_1 = 0.01$ 为 1 级, $X_2 = 34$ (头/百株) 为 2 级, $X_3 = 4.9$ 为 4 级, $X_4 = 130$ (mm) 为 4 级, $X_5 = 26.5$ ($^{\circ}\text{C}$) 为 3 级, 预报 y 为 2 级, 而实际 $y = 20\%$ 为 2 级, 结果与实测相符。

3 讨论

3.1 用 Fuzzy 回归方法预测第二代玉米螟有虫株率, 目前尚不多见, 其准确性、可行性尚待进一步应用于多种虫害的预测预报中进行验证。

3.2 Fuzzy 回归预测是统计分析与模糊数学

相结合的新趋势, 它是建立在统计分析基础之上, 而又比单纯的统计分析具有计算简便、结果准确的一种数量分析方法。

3.3 所建的预报体系(回归方程及模糊隶属函数)均为动态模型, 要求在应用过程当中, 不断对预报因子进行调整, 以期得到最佳预报效果。

3.4 经两年的预报实践证明, 预报准确率达 100%, 可以在实践中加以推广使用。

参 考 文 献

- 1 周潘金等. 昆虫知识. 27(3):129-132
- 2 山东省农作物病虫害测报站. 农业病虫害数理统计预报. 济南: 山东科学技术出版社, 1982, 229-243
- 3 张宗炳等. 害虫防治: 策略方法. 北京: 科学出版社, 1990, 63-118