

复合因素在黑龙江省粮食产量预报中的应用

矫江 王俊河 高耀辉 任鹏

(黑龙江省农业科学院, 哈尔滨 150086)

提 要

将代表站气象要素累加复合成可以反映黑龙江省主要气象灾害的热量指标、旱涝指标等复合因素,并以此为因子预报全省粮食总产量。经大丰收的1990年和大水灾的1991年粮食总产量预报检验,效果较好,两年平均误差为2.62%。

关键词: 复合因素 热量指标 旱涝指标 产量预报

前 言

目前粮食产量预报的统计方法,通常是分别预报趋势产量和波动产量^[1,2]。在预报波动产量时,多用该地区有代表性的气象站的有关气象要素平均值作为因子。这样求得的因子,在地域广大的情况下,往往不能很好地反映整个地区,特别是不能反映受灾年份的实际气象状况。在进行因子筛选时,由于受样本数量的限制,进入预报方程的因子数有限^[3],也会使一些与产量有关的单一气象要素(如月平均温度、降水量、初霜期等)不能进入预报方程。这些都是造成产量预报误差大,甚至失误的重要原因。

针对上述问题,本文用气象要素累加复合的方法,将反映黑龙江省主要气象灾害的热量指标、旱涝指标等复合因素作为预报因子,同时引入种植面积因素预报黑龙江省粮食产量。

1 产量资料处理和趋势产量预报

根据黑龙江省粮食生产的特点,直接预报全省粮食总产量(单位:万吨)。产量、物质投入和气象资料分别取自黑龙江省统计局和气象局。

把总产量(y)分解为趋势产量(y_1)和波动产量(y_2),即 $y = y_1 + y_2$ 。建国以来,黑龙江省粮食总产量呈波动上升,其上升和波动幅

度有明显的阶段性。本文用阶段直线法,以时间(t)为自变量拟合1965—1990年趋势产量,其表达式见表1。

表1 不同阶段趋势产量

时 段	回归方程	相关系数
1965—1982	$y_1 = 954.601 + 22.071t$	0.590
1983—1990	$y_1 = 1466.621 + 67.32t$	0.635

注: t 为各自时段的年序

趋势产量受农民科学种田水平、化肥施用量、良种面积和农田基本建设等科技进步因素以及物质投入等的综合影响。考虑获取预报因子的时间性和可量化性,经相关分析筛选,用化肥施用量等因子建立趋势产量预报方程。预报1991年趋势产量的方程为:

$$y_1 = 326.6 + 0.467x_1$$

$$+ 1.252x_2 + 0.097x_3 + 0.780x_4 \quad (1)$$

式中, x_1 为化肥施用量(万标吨); x_2 为良种面积(万公顷); x_3 为化学除草面积(万公顷); x_4 为农机总动力(万千瓦)。

2 影响波动产量的复合因素和种植面积因素

2.1 热量指标

黑龙江省地处我国最北部,热量资料年际间波动较大,玉米、水稻等喜温作物常因热量不足而减产。热量对农作物的影响表现在作物整个生育期的积温上,也表现在初霜期的早晚^[4]。如果作物生育期间积温不足,生

育期就会推迟,再遇上早霜的危害,必然造成大幅度减产,因此把积温和霜期复合为热量指标(T)。

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(T_1 - T_2) / T_0] + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S \quad (2)$$

式中, T_1 为预报年 5—8 月积温($^{\circ}\text{C}$,下同), T_2 为常年 5—8 月积温, T_0 为常年 5—8 月日平均温度($^{\circ}\text{C}$), S 为 9 月 1 日至初霜期日数, n 为代表站数。

热量指标以大丰收年的多年平均值为基准,高出部分为无效值。

2.2 旱涝指标

黑龙江省作物生育期间降水量占全年降水量的 80% 以上,雨热同季,为雨养旱作农业。由于年际间降水变率大,年内不同时间段的降水分布不均匀,以及黑龙江省耕地多为地势低平、排水性差、有效灌溉面积小等原因,干旱和涝害一直是影响粮食产量的主要自然灾害^[6]。考虑到黑龙江省大部分地区为半干旱半湿润的农业区,各种作物因地制宜种植。作物对自然灾害已有一定的适应性,故以代表站多年平均月降水量为基础计算旱涝灾害指标。

2.2.1 干旱指标

以月为单位计算,实际降水量少于常年降水量为旱。按农业生态区选代表站(n 个),按月累加复合计算月干旱指标($W_{\text{月旱}}$)。

$$W_{\text{月旱}} = \sum_{i=1}^n [(H - h) / H \times 100] \quad (3)$$

式中, H 为代表站常年月降水量(单位 mm,下同), h 为代表站少于常年月降水量的实际降水量。

经相关分析,将筛选出的与全省波动产量相关密切的 $W_{\text{月旱}}$ (N 个)复合为年干旱指标($W_{\text{年旱}}$)。

$$W_{\text{年旱}} = \sum_{i=1}^N W_{\text{月旱}} \quad (4)$$

2.2.2 涝害指标

以月为单位计算,实际降水量大于常年降水量为涝。计算涝害指标(L)的公式为

$$L_{\text{月涝}} = \sum_{i=1}^n (h - H) \quad (5)$$

$$L_{\text{年涝}} = \sum_{i=1}^N L_{\text{月涝}} \quad (6)$$

式中 H 、 h 、 n 、 N 所表示的量与式(3)和式(4)中的意义相同。

2.3 播种面积偏差和高产作物面积比例

黑龙江省为开发较晚的农业区,耕地面积伸缩性很大,播种期气象条件对播种面积的影响也很大。1965—1990 年粮食作物播种面积也呈波动增长趋势,本文用线性函数计算历年播种面积离均偏差(方法略),简称播种面积偏差(A)。

在全省的主要粮食作物中,玉米、大豆、小麦和水稻的单产水平相差悬殊。以高产作物玉米、水稻为例,1986—1990 年两种作物的平均亩产为 251.5kg,而低产作物小麦和大豆的平均亩产只有 115.9kg,高产作物单产比低产作物高 1 倍以上。受粮食政策和春播期气象条件的影响,高产作物面积比例的年际间波动很大,所以高产作物面积也是影响本省粮食产量的重要因素,以高产作物面积比例偏差(B)表示。

3 预报及其效果检验

由复合因素热量指标、旱涝指标以及播种面积偏差等与波动产量的相关分析可以看出,热量指标、播种面积偏差和高产作物面积比例偏差与波动产量呈正相关,涝害指标和干旱指标与波动产量呈负相关,均符合黑龙江省粮食生产的实际情况。

以上述 5 因素作为预报因子建立的波动产量预报方程为:

$$Y_2 = -5.514 + 30.066A + 35.458B + 14.745T - 23.306L_{\text{年涝}} - 25.958W_{\text{年旱}} \quad (7)$$

式(7)的复相关系数 $R = 0.907$, F 值为 18.46,达到 0.01 极显著水平($F_{0.01} = 4.10$)。因子偏回归显著性检验结果见表 2。由表 2 看出,5 个因子的 F 值均 $> F_{0.05}$ 显著水准,其

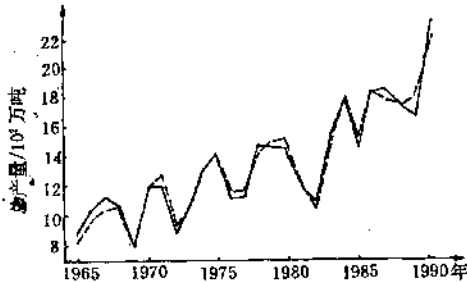
中3个气象因子中,热量指标影响最大,其次是涝害指标,最后是干旱指标。这个结论与黑龙江省历年粮食生产受灾的统计结果是一致的。

表2 因子偏回归显著性检验

因子	A	B	T	L _{年涝}	W _{年旱}
F值	9.728	16.081	22.921	7.066	5.259

注: $F_{0.01}=8.10, F_{0.05}=4.35$

历年粮食总产量(由趋势产量和波动产量合成)拟合的平均误差为4.66%,特别是近10年仅为3.90%。回代产量在大灾年或大丰收年,不仅丰歉趋势正确,而且与实际产量十分接近(附图),这正是采用复合因素作为预报因子的优势所在。



附图 粮食总产量拟合曲线
(实线:实际产量,虚线:拟合产量)

应用本方法预报大丰收的1990年和大水灾的1991年黑龙江省粮食总产量,与实际

产量的误差分别为4.88%和0.35%,丰歉趋势正确。

4 结语

用热量指标、旱涝指标等复合因素预报粮食产量的优点是:大范围地区的多点气象要素累加复合后,把众多的同类要素复合为一个因子,可以使预报因子容纳更多的有关信息,更好地反映该地区低温、旱涝等气象灾害的状况,消除大范围地区内气象条件差异较大时,多点气象要素平均引起的预报误差;在进行产量预报的同时,还可以直接分析各种灾害对粮食生产的危害程度,作到产量预报与受灾分析相结合。

此外,还解决了应用统计方法预报粮食产量时,由于产量资料样本少,进入预报方程因子多引起的预报方程不稳定、预报因子之间生物学意义混淆等问题。

参考文献

- 1 刘树泽等,作物产量预报方法,北京:气象出版社,1987.
- 2 王馥棠,农业气象产量预报(上),气象,1986,12(10): 39—43.
- 3 魏淑秋编著,农业气象统计,北京:科技出版社,1985.
- 4 潘铁夫等,农作物低温冷害及其防御,北京:农业出版社,1983.
- 5 孙玉亭等,黑龙江省农业气候资源及其利用,北京:气象出版社,1986.

Studies on the Forecast of Crop Yield with Compound Factors in Heilongjiang Province

Jiao Jiang Wang Junhe Gao Yalhui Ren Peng
(Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin, 105586)

Abstract

The meteorological data are accumulated and compounded to "heat index, drought index and water-logging index", which can represent the catastrophic meteorology in Heilongjiang Province. In this case, the effects of the chilly injury, drought and water-logging damage are considered for the crop yield forecast. The indices can be used to eliminate the average error calculated from the multi-point meteorological data and increase the efficiency of the meteorological data. The test in 1990 (a bumper year) and 1991 (a heavy water-logging year) show 2.62%. In July and August 1991, an error at a rate of the crop yield was predicted two and three months ahead respectively, the average accuracy was above 95%.

Key Words: compound factor heat index drought/flood-logging index forecast of crop yield