

黑龙江省粮食总产短期预报研究

矫江 王俊河 高耀辉 任鹏 滕桂荣

(黑龙江省农科院耕作栽培所)

摘要 本研究把以往低温冷害、旱涝灾害和科技进步对粮食产量影响等方面的科研成果应用于粮食产量预报。实现了用与社会产量相关密切的社会因素预报当年粮食社会产量水平。采用的“复合因素”分析方法,把大范围内各气象台站气象资料累加复合成可以反应本地区主要气象灾害的“热量指标”、“干旱指标”和“涝害指标”,从而在预报粮食产量的同时还可以分析各种气象灾害造成的损失情况。这种方法经1990年和1991年两年预报黑龙江省粮食产量验证,平均误差仅为2.63%。1991年7月初和8月初分别提前2~3个月预报,其准确率均在95%以上。

一、前言

二、预报模型

黑龙江省是国家重要的商品粮基地,由于粮食产量年间波动程度大,国家和省政府每年都需要在统计局收获测产之前,预报当年粮食产量,大灾年更是如此。关于粮食产量短期预报方法,目前国内外有卫星遥感预报、海温相关预报和气象资料统计预报^[1]等。但不论是社会发达国家还是落后国家,实用而准确性又较高的仍是以气象资料为中心的统计预报。“七五”期间我国及省内气象和农业科研单位就粮食产量短期预报已作过不少研究^[2]。这些研究涉及面虽较广,但共同特点也是以气象统计预报为主。近几年国内一些单位在预报方法上也开始考虑物资投入和科技进步对粮食产量的影响^[3]。本研究就是在前人工作的基础上,从分析黑龙江粮食产量年间波动原因入手,以定量化研究农业科技进步和自然灾害对粮食产量影响为依据,试图研究出能够进一步提前和准确预报黑龙江省粮食总产量的实用新方法。

根据黑龙江省粮食生产特点采取直接预报粮食总产量模型。研究把总产量($Y_{总产}$)分解为社会产量($Y_{社产}$)、波动产量($Y_{波产}$)和随机产量(Y_{Δ})。表达式为:

$$Y_{总产} = Y_{社产} + Y_{波产} + Y_{\Delta}$$

式中随机产量(Y_{Δ})只在个别年份作为订正值使用,不参加模型分析。

三、社会产量预报

建国以来黑龙江省粮食总产量呈波动性上升。其上升和波动幅度有明显的阶段性。为了突出其波动性,本研究使用1965年以来的产量资料,并用阶段直接法,以时间为自变量模拟社会产量(见表1)。

社会产量指农业生产水平决定的粮食产量。它受农民科学种田水平、农村生产经营方式、化肥用量、良种面积和农田基本建设等科技进步因素和物资投入因素综合影响。考

表1 不同阶段社会产量

| 年 份 | 相关系数 | 回 归 方 程 |
|-----------|-----------|----------------------|
| 1965~1982 | $r=0.590$ | $Y=954.601+22.071t$ |
| 1983~1990 | $r=0.635$ | $Y=1466.621+67.820t$ |

注: t 为各时段起始年数。

虑获得预报因子的时间性和可量化性,经相关分析筛选,用化肥用量、良种面积、化学除草面积和农机总动力等因子来模拟社会产量,建立社会产量预报模型。以当年这些因子数量来预报社会产量,1991年预报方程式为:

$$Y_{\text{社产}} = 326.6 + 0.467X_1 + 8.346X_2 + 0.608X_3 + 7.300X_4$$

其中 $Y_{\text{社产}}$: 预报社会产量(万吨);

X_1 : 化肥总用量(万标吨);

X_2 : 良种面积(百万亩);

X_3 : 化学除草面积(百万亩);

X_4 : 年初农机总动力(亿瓦)。

四、波动产量预报

以社会产量和实际产量之差为波动产量。

(一) 预报因子分析及计算方法。黑龙江省耕地面积大,农业生态环境复杂,作物种类也多,影响波动产量因子主要有以下几方面:

1. 播种面积和高产作物面积比例。黑龙江省为开发较晚农业区,地多人少,江湾地、新开荒地和弃耕地面积伸缩性很大。从统计部门数字看,1965~1990年黑龙江省粮食作物播种面积呈波动性增加趋势,受播种期气象条件的影响,不同年间播种面积波动很大。波动产量则受播种面积波动程度的影响,研究分析时称之为“面积偏差”。

黑龙江省粮食作物主要有玉米、大豆、小麦和水稻等,这些作物单产水平相差悬殊。以高产作物玉米、水稻为例,1986~1990年两个作物5年全省平均每亩251.6公斤,低产作物小麦和大豆只有115.9公斤,高产作物比低产作物单产水平高一倍以上。所以高产

作物比例的波动直接影响粮食产量。受粮食政策和播种期气象条件的影响,黑龙江省高产作物比例年间波动程度也很大,同播种面积一样,可以求出“高产作物面积比例偏差”。

2. 热量。黑龙江省位于我国最北部,热量资源全国最少,且年间波动程度很大,玉米、水稻、高粱等喜温作物常因热量不足而减产。前人研究结果已证明,热量对作物的影响,一是表现在作物整个生育期的积温上,二是体现在初霜期的早晚^[4,5],只有作物生育期间积温不足,作物生育期延迟,再遇到早霜危害的情况下才会造成大幅度减产。综合以上两方面,把积温和霜期用以下公式复合计算为一个“热量指标”。

$$T_{\text{热}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{R_{5-8} - 2000}{t} \right] + \frac{1}{n} \sum S$$

其中 $T_{\text{热}}$: 热量指标;

R_{5-8} : 5~8月积温($^{\circ}\text{C}$);

t : 常年8月日平均温度($^{\circ}\text{C}$);

S : 自9月1日起到当年初霜期日数(日);

n : 全省代表气象站数;

2 000: 常数。

热量指标并不是越大越好,以大丰收年多年平均热量指标为基准,高出部分为无效值。从计算结果看,热量指标特别小的年份与黑龙江省历史上大冷害发生年相吻合。

3. 降水。黑龙江省雨热同季,全省大部地区处于半干旱半湿润农业气候区,是典型的雨养旱作农业。由于年间降水变率较大,多雨年和少雨年降水量可相差一倍以上,加上不同时段降水分布不均,以及黑龙江省耕地又多地势低平,排水性差等原因,干旱和涝害是影响粮食产量的重要自然灾害^[6]。黑龙江省地域辽阔,即使同一年份,不同地区和不同时期旱涝灾害发生程度也有差别。考虑作物不同发育阶段需水和耐旱、涝性不同,本研究在前人研究旱涝发生指标的基础上,以多年平均降水量为基础^[2],参考各农业区不同时段旱涝灾害发生频率确定计算以月为时段的适

宜降水量。

计算公式为: $H = p \cdot W$

式中 H : 适宜降水量(毫米);

• W : 为月平均降水量(毫米);

p : 系数。

(1) 涝害指标: 实际降水量大于适宜降水量时为涝。全省按农业生态区选代表气象台站, 把全省各月涝害指标复合为:

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

式中 $L_{\text{月涝}}$: 全省各月涝害指标(毫米);

H : 各农业区月适宜降水量(毫米);

h : 代表气象站月实际降水量(毫米);

n : 代表气象站。

经相关分析, 筛选与波动产量相关密切的全省月涝害指标, 把全省各月涝害指标再复合为全省当年涝害指标, 其公式为:

$$L_{\text{年涝}} = \sum_{i=1}^N L_{\text{月涝}}$$

式中 $L_{\text{年涝}}$: 全省年涝害指标(毫米);

N : 发生涝害月份;

$L_{\text{月涝}}$: 全省各月涝害指标(毫米)。

(2) 干旱指标: 实际降水量少于适宜降水量则为旱。考虑作物不同生育阶段耐旱性和

各月干旱发生程度, 全省各月干旱指标用以下公式计算:

$$W_{\text{月旱}} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{H - h}{H} \times 100 \right]$$

式中 $W_{\text{月旱}}$: 全省各月干旱指标;

H : 各农业区月适宜降水量(毫米);

h : 代表气象站月实际降水量(毫米);

n : 代表气象站数。

同涝害一样, 把全省各月干旱指标再复合为全省年干旱指标, 其公式为:

$$W_{\text{年旱}} = \sum_{i=1}^N W_{\text{月旱}}$$

式中 $W_{\text{年旱}}$: 为全省年干旱指标;

$W_{\text{月旱}}$: 全省各月干旱指标;

N : 发生干旱月。

从计算结果看, 涝害和干旱指标较大的年份与黑龙江省洪涝和干旱大发生年也相吻合。

(二) 建立预报模型。按上述方法整理计算历年各因子指标, 由各因子与波动产量相关分析可看出, 热量指标、面积偏差和高产作物比例偏差与波动产量成正相关, 涝害指标和干旱指标与波动产量成负相关, 五项因子都符合我省粮食生产实际情况(见表 2)。

表 2

各因素与波动产量相关系数矩阵

| | 面积偏差 | 高比偏差 | 热量 | 涝 害 | 干 旱 | 波动产量 |
|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 面积偏差 | 1.000 | 0.286 | -0.123 | 0.138 | -0.086 | 0.502 |
| 高比偏差 | | 1.000 | -0.124 | -0.271 | -0.032 | 0.569 |
| 热 量 | | | 1.000 | -0.126 | 0.056 | 0.438 |
| 涝 害 | | | | 1.000 | -0.784 | -0.401 |
| 干 旱 | | | | | 1.000 | -0.108 |

以上述 5 项因子为自变量, 以波动产量为依变量, 建立波动产量多元回归预报分析模型, 1991 年表达式为:

$$Y_{\text{波产}} = -300.549 + 32.392X_1 + 32.907X_2 + 16.310X_3 - 23.702X_4 - 23.133X_5$$

式中 $Y_{\text{波产}}$ 为预报波动产量; X_1 面积偏差; X_2 高产作物面积比例偏差; X_3 热量指标; X_4 干旱指标; X_5 涝害指标。其复相关系数 $R = 0.898$, 经方差分析达到 0.01 极显著

水准(见表 3)。

表 3

方差分析表

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均 方 | F 值 |
|------|----------|-----|----------|---------|
| 回 归 | 586533.9 | 5 | 117306.8 | 16.61** |
| 剩 余 | 141271.8 | 20 | 7063.4 | |
| 总 计 | 727805.7 | 25 | | |

其标准回归系数(见表 4)。

由表 4 可看出, 5 项指标以热量指标对黑龙江省粮食产量影响最大, 其次是涝害, 最

表 4

各因素标准回归系数

| 因 子 | 面积偏差 | 比例偏差 | 热 量 | 涝 害 | 干 旱 |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 系 数 | 0.357 | 0.394 | 0.493 | -0.458 | -0.352 |

后是高作物面积比例、播种面积和干旱。

五、预报模型的历史拟合情况

把历史各项预报因子代入波动产量预报方程,检验与历史产量拟合情况。在统计计算

的 26 年资料中,平均精度 95.21%,即误差为 4.79%,符合统计预报要求。特别是近 10 年平均误差仅为 3.68%。再从拟合曲线上看,回代产量反映在大灾或大丰年拟合较好,见附图。因此,本预报方法对预报黑龙江省粮食丰欠年产量是可靠的。

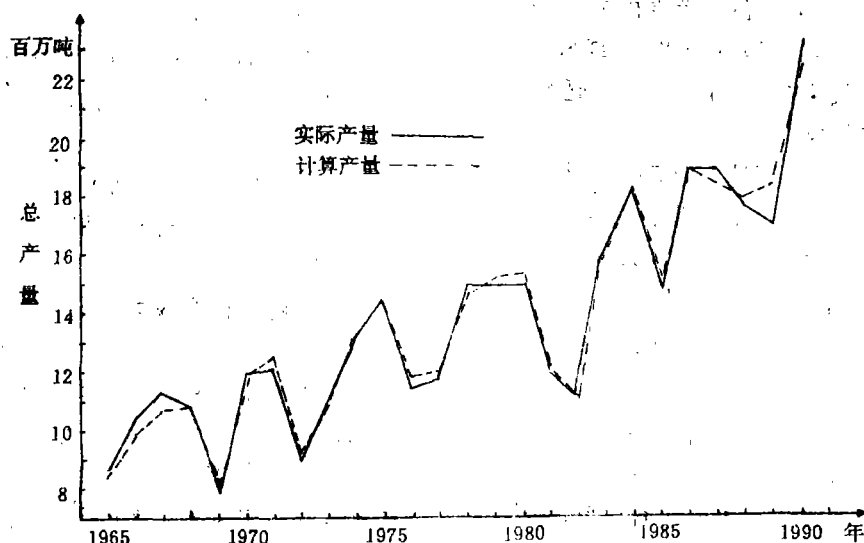


图 与历史粮食产量拟合示意图

六、预报模型的应用

1. 预报效果。用上述分析指标建立 1990

年和 1991 年粮食产量预报分析模型,预报结果和统计局统计产量分别相差 4.88% 和 0.35%,平均为 2.63%,两个应用结果证明预报准确性较好(见表 5)。

表 5

产量预报效果

| 年 份 | 社 会 产 量 | 波 动 产 量 | 总 产 量 | 实 际 产 量 | 误 差 |
|------|---------|---------|--------|---------|-------|
| 1990 | 1953.9 | 246.4 | 2199.7 | 2312.5 | 4.88% |
| 1991 | 2077.1 | 95.0 | 2172.0 | 2164.5 | 0.35% |

2. 提前预报粮食产量。本预报方法使用最晚的预报因子是有关气象台的初霜期,为此,一般年份最终预报产量可在每年 9 月中、下旬完成。然而使用的良种面积、播种面积和化肥等社会产量预报因子以及部分波动产量预报因子,统计部门每年可在 6 月末之前统

计报出,这样,社会产量每年 6 月末就可以预报。气象因子又可用前期实际观测值和后期天气预报来计算,所以每年 7 月初就可以按时段预报当年粮食产量。1991 年我们从 7 月开始分别于 7、8 月初两次预报了全省粮食产量结果(见表 6)。

表 6 提前预报效果

| 项 目 | 7 月初 | 8 月初 | 最终预报 | 实际产量 |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| 预报产量 | 2260.0 | 2068.9 | 2172.0 | 2164.6 |
| 偏差 | +95.5 | -95.6 | +7.5 | |
| 误差率 (%) | 4.41 | 4.42 | 0.35 | |

注:产量单位为万吨。

七、结 语

目前短期预报粮食产量有很多统计方法,本研究与以往研究相比在以下几方面有新进展或具有优点:

1. 实现了社会产量预报。以往研究多是把社会产量称为趋势产量,预报时以多年平均增长权重外延来计算。本研究筛选了化肥施用量、良种面积等与社会产量相关密切的社会因素,建立社会产量预报分析模型,从而可以用当年这些因素的数量预报社会产量。这种预报方法在黑龙江省目前粮食生产力水平大幅度提高的情况下预报效果会更好。

2. “复合因素”预报波动产量,扩大了气象因素信息量。以往预报产量研究多是直接筛选使用气象因素,如某月温度和某月降水量等。这样在产量资料年限少,气象因子又多的情况下,回归分析势必降低分析模型的预报精度,或必须去掉一些相关性较小而又必不可少的气象因素。本研究使用的“复合因素”分析方法,可最大限度地容纳有关气象因素。另外,“复合因素”计算方法计算水分指标时为累积计算,这就消除了多点气象资料平均计算存在的误差。

3. 预报产量和灾情分析相结合。本研究的“复合因素”计算方法把前人研究的低温冷

害、旱涝灾害等科研成果应用于粮食产量预报,形成了可以反映黑龙江省主要气象灾害的分析指标。这样在预报粮食产量的同时,还可以直接分析各种自然灾害造成的损失。另外,灾情分析不依赖使用地方统计部门上报资料,从而保证可以作提前预报和避免人为统计误差。

4. 方法简单,计算工作量小。在农业生态类型差距较大的情况下预报大范围粮食产量,往往是按农业生态区建立子预报模型,先预报各区产量,再累计计算全区粮食产量。这样需要的产量资料和气象资料都较多,计算也复杂。采用“复合因素”方法,全省只需要一套产量资料和一个分析模型。计算时一般只要有可计算多元回归的普通计算机及软件就可以了。

参 考 文 献

- [1] 王复荣等,农业产量气象模拟与模型引论,科学出版社,1990
- [2] 中国粮食产量气象预报研究,全国粮食产量气象预报课题组,1986,第1、2册
- [3] 李明纲等,吉林省农作物产量预测的初步研究,吉林农业科学,1989,1,87~93
- [4] 潘铁夫等,东北地区主要作物冷害发生规律研究,东北地区抗御低温冷害第二次科学讨论会论文汇编,1984,2
- [5] 许忠仁、赵洪凯,抗御低温冷害实现高产稳产,东北地区抗御低温冷害科学讨论会论文汇编,1980,18~22
- [6] 孙玉亭等,黑龙江省农业气候资源及其利用,气象出版社,1986,52~77,344~369
- [7] 陈菊英,中国旱涝的分析和长期预报研究,农业出版社,1991,2,26~28