

农作物产量灾害损失评估业务化方法研究^①

马晓群 陈晓艺

(安徽省气象科学研究所, 合肥 230031)

提 要

介绍了农作物产量灾害损失评估业务化方法。该方法采用新的求解趋势产量的方法获得农作物产量受灾损失率,用区域内多个代表站的资料进行全区灾害损失的估算,扩大了样本容量。在单灾种评估中考虑作物敏感性和气候脆弱性,在综合灾损评估中增加灾害的重要度权重因素。经验证,估算精度可满足业务应用需求,在业务服务中可行实用。

关键词: 农作物产量 灾损率 评估 方法

引 言

近年来,气候变暖导致天气气候极端事件增加的问题越来越受到全社会的普遍关注。尽管气候变暖还存在许多不确定性,但气候变暖将使地球环境和人类社会变得更加脆弱,并严重影响经济和社会的可持续发展是显而易见的。由于农业生产对气候条件的高度依赖性,农业已成为受气候变化影响最大的产业部门之一。因此,对农作物受灾的损失程度进行准确评估并及时提供给当地领导和相关部门,实现灾害损失评估业务化,对

于农业生产决策,灾后救助等工作十分重要。

1 农作物产量的灾害损失率

1.1 灾害损失率的定义

外界条件对农作物产量形成的影响,按其性质可分为三类,第一类为科技进步、农业政策、农业投入等对农业生产水平的影响,第二类为当地气象条件对短周期产量波动的影响,第三类是随机因素对产量的非确定性影响^[1-3]。对农业生产水平的影响是一个长周期的渐变过程,习惯称之为趋势产量,可通过一定的方法分离;随机因素的影响所占产量

^① 本文为安徽省“十·五”攻关项目“安徽省重大农业气象灾害定量监测评估与防御对策研究”第四专题的部分工作。

份额较小,一般忽略不计;气象条件引起的短周期产量波动中有增产、平年、减产三种情况。

因此,农作物产量的灾害损失率定义为由气象条件引起的短周期产量波动中的减产部分,即由气象灾害造成的农作物产量损失程度,以百分率表示。

1.2 灾害损失率的确定

由以上分析得出,为了得到准确的灾损率,其关键是对农作物趋势产量的正确分解。

趋势产量分解采用“用大面积(全国)多种农作物平均单产作为小面积某作物单产的趋势产量的方法”^[4]。其理论基础是,全国多种农作物的平均单产平滑了全国不同地区、不同时段气象条件对农作物产量的影响,可以真实反映我国政策因素、农业投入和科技进步对多种农作物产量的平均影响,表现我国农作物生产力变化的基本走势。而各地农作物趋势产量与全国多种农作物平均单产走势的差异主要表现在政策因素、农业投入和科技进步对某种农作物影响的进程差异,而不会影响其变化趋势,因此通过引入科学计算的系数可得到某地、某作物的趋势产量。实践证明,用这种方法对于确定某地区主产作物的趋势产量较准确。在安徽省冬小麦产量预报业务中已得到验证。

产量分解后,为减少由生产力发展带来的产量增长对气象产量的干扰,用式(1)计算相对气象产量。

$$Y_{rw} = \frac{Y - Y_t}{\bar{Y}_t} \times 100\% = \frac{Y_w}{\bar{Y}_t} \times 100\% \quad (1)$$

式中, Y_{rw} 为相对气象产量, Y_t 为趋势产量, Y_w 为气象产量。

在相对气象产量序列中,通常将相对气象产量为 $-5\% \leq Y_w \leq 5\%$ 的年份看作气候平年, $Y_w > 5\%$ 的为增产年, $Y_w < -5\%$ 的为减产年。因此,定义相对气象产量 $Y_{rw} < -5\%$ 作为农作物受灾减产的灾损率。

2 灾害损失率影响因素分析

2.1 灾害强度

灾害强度是表述灾害本身属性的量值,

对于农业气象灾害来说是指造成农作物损失能力的程度,是造成灾害损失的必要条件而不是充分条件。在灾损评估中一般用强度等级指标表示灾害的强弱程度。

2.2 作物敏感性

作物敏感性即作物受灾后的最大损失程度。作物的敏感性与发生时期和灾害种类紧密相关。就灾害发生时期来说,通常在农作物发育关键期对灾害最为敏感。比如安徽省冬小麦,渍涝灾害发生在开花抽穗灌浆期的4~5月比3月份危害更大,烂场雨也是发生在冬小麦成熟收获适期的5月底6月初危害最大,5月下旬前期和6月上旬后期危害程度相对减小。晚霜冻则在冬小麦拔节后出现的越迟对产量危害越大。就灾害种类来说,春季渍涝显然比春季干旱对冬小麦产量的危害要大。作物敏感度系数(α)的计算方法见文献^[5]。

2.3 气候脆弱性

农业生产的气候脆弱性是指某一地区农业生产过程对气候变化各敏感因素的反应强弱,以及当地社会经济—生产—生态等环境要素对气候变化影响可能适应性的综合不稳定反应^[6]。灾害可看作敏感因素。对于同一灾害,不同地区因敏感性和适应能力的差异,受灾损失差异较大。比如相同强度的旱涝灾害对排灌条件较好的地区造成的损失远小于排灌条件较差的地区。

本文脆弱度系数的计算考虑方便业务应用,直接利用各站产量序列数值计算其相对脆弱程度。其思路是脆弱性越弱的地方灾害所造成的平均损失越小,以此为基数,计算各站的相对脆弱度。具体计算为,对于某种灾害,挑选各代表站点具有相同灾害的年份,用各年灾损率除以相应的灾害强度等级,得到单位灾害强度下的损失率,称作单位损失强度 $V_{\alpha,j}$, $V_{\alpha,j} = Y_{rw,j}/Z_{i,j}$, 其中, $V_{\alpha,j}$ 为某站(i)某年份(j)单位损失强度(V_c), $Y_{rw,j}$ 为某站(i)某年份(j)灾损率(Y_{rw}), $Z_{i,j}$ 为某站(i)某年份(j)灾害强度(Z)。对各代表站多年单位损失强度取平均值($\bar{V}_\alpha = \sum_{j=1}^n V_{\alpha,j}/n$, n 为受灾年数),得到各站点某

灾害的平均单位灾损强度(\bar{V}_i),作为各站点对于某种灾害脆弱性的度量。 \bar{V}_i 值越大的站点对某灾害的抗性越差。因此,我们挑选 \bar{V}_i 的最小值 $\bar{V}_{i \min}$ 为基数,用各县的平均单位损失度 \bar{V}_i 去除以 $\bar{V}_{i \min}$,得到 $V_i, i = 1, \dots, m$ 。用 V_i 作为各站点对某种灾害的相对脆弱性度量,其数值越大,抗性越差。

$$\bar{V}_{i \min} = \text{MIN}\{\bar{V}_i | \bar{V}_i \in \bar{V}_{c1}, \bar{V}_{c2}, \dots, \bar{V}_{cm}\} \quad (2)$$

$$V_i = \bar{V}_i / \bar{V}_{i \min} \quad (3)$$

式中, $\bar{V}_{i \min}$ 为各代表站平均单位损失度中的最小值, V_i 为某站(i)的灾害脆弱性系数, m 为代表站个数。

3 农作物产量损失评估

评估方法采用以区域内代表站资料为基础,进行灾害强度与灾损率、作物敏感性和脆弱性等因素间的关系分析,建立县级评估模型,得到各代表站的灾损率估算值,再将各代表站的灾损率估算值进行加权综合,作为区域灾损率,从而进一步得到区域灾损产量。该方法的优点是利用代表站资料,扩大了样本容量,提高评估的准确性,同时也方便业务应用。

3.1 单灾种评估模型

这是针对年度内只有一种主要灾害的评估模型。

第一步,选取评估区域中的代表站。代表站选取的原则,一要尽量选择发报站;二要考虑评估作物的代表性,选取那些能够代表本区生产水平且种植面积较大的县作为代表站;三是所选代表站数目要在10个左右(参与运算的样本在20个以上)。以达到既保证气象要素易获取,且满足时效性和统计计算的要求,简化计算又不影响评估结果的目的。

第二步,计算灾害强度。利用代表站的气象信息进行灾害强度等级计算,得到各站的灾害强度等级。

第三步,进行作物敏感系数和气候相对脆弱度计算。

第四步,建立单灾种评估模型。自变量为受灾年份代表站的灾害强度、敏感系数和相对脆弱度,因变量为各代表站的估算灾损

率。

$$Y_{grui} = F\left(\sum_{k=1}^l \alpha_{i,k} \times Z_{i,k}, V_i\right) \quad (4)$$

式中 Y_{grui} 为某站(i)估算灾损率, $\alpha_{i,k}$ 为某站(i)某时段(k)作物敏感系数, $Z_{i,k}$ 为某站(i)某时段(k)的灾害强度, V_i 为某站(i)相对脆弱度, l 为时段数。

第五步,区域灾损评估。用代表站灾损率的加权合计值估算区域灾损率(Y_{grw}):

$$Y_{grw} = \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{S_z} \times Y_{grui} \quad (5)$$

其中, Y_{grw} 为区域估算灾损率, S_i 为某站(i)小麦播种面积, S_z 为全部代表站小麦播种面积合计值, Y_{grui} 为某站(i)估算灾损率, m 为代表站数。

将区域损失率(Y_{grw})转换为区域产量损失量(Y_{glw}):

$$Y_{glw} = Y_{grw} \times Y_t / 100 + Y_t \quad (6)$$

其中, Y_{glw} 为区域产量损失量, Y_t 为区域趋势产量, Y_{grw} 为估算的区域灾害损失率。

3.2 综合评估模型

对于年度内出现多种灾害的损失评估,除了要考虑致灾强度、敏感性和脆弱性对产量的影响外,还要考虑各灾害对产量影响的重要度权重(C),即不同灾害在相同的致灾强度下对农作物产量的影响程度。其综合模型为:

$$Y_{grw} = F(Z, \alpha, V, C) \quad (7)$$

其中 Y_{grw} 为估算灾损率, Z 为致灾强度, α 为作物敏感度, V 为脆弱性, C 为灾害重要度权重。

灾害重要度权重的确定,以冬小麦为例,在影响冬小麦产量的所有灾害中以烂场雨所造成的损失最重,因为烂场雨发生在冬小麦成熟收获前后,重度烂场雨可对作物造成毁灭性损失,1991年部分地区的损失达到8成。其次是春季渍涝,发生在生育关键期,因此重度渍涝对产量的影响也很大,最大损失可达5~6成。秋冬连旱由于发生在小麦生育的前期,一方面小麦前期对灾害的抵抗力较强,另一方面前期所造成的灾害后面还有

很长的恢复期,因此秋冬连旱所造成的损失一般情况下不会超过3成。因此在灾损综合评估时,要根据灾害的重要度和当时的灾害等级,确定其重要度权重参与模型运算。

3.3 模型效果检验

用淮东北地区10个代表站的产量和面积

表1 各模型估算结果与实况比较

模型名称	年代	实际灾损率/%	估算灾损率/%	灾损率误差/%	实产/kg·hm ⁻²	估产/kg·hm ⁻²	产量相对误差/%
烂场雨模型	1971	9.3	8.2	-1.1	1028.7	1040.4	1.1
	1991	50.9	47.8	-3.1	1675.9	1782.4	6.0
涝渍模型	1973	14.16	13.07	-0.09	1101.44	1115.41	1.25
	1977	32.48	35.61	3.13	1034.51	986.53	-4.86
涝渍-烂场雨模型	1963	40.47	37.76	-2.71	350.3	380.1	7.85
	1998	26.10	25.84	-0.26	3196.0	3208.9	0.40
霜冻-涝渍模型	1964	36.29	33.13	-3.16	432.8	454.2	4.72
	1969	37.77	35.10	-1.67	641.0	668.6	4.13
	1990	14.68	14.73	0.05	2765.6	2764.0	-0.06

注:表中实际灾损率为用实产计算的灾损率,估算灾损率为用模型估算的灾损率,第5列灾损率误差为估算灾损率-实际灾损率,第8列产量相对误差为(估产-实产)/实产×100%

4 结语

(1)为获得客观准确的灾损率,采用了新的趋势产量分解方法,实践证明,该方法用于主产作物趋势产量分解其准确性优于传统的统计方法。

(2)在灾害损失评估中,用多个代表站的资料进行全区灾害损失的估算,扩大了小概率事件的样本容量,满足了统计计算的要求。同时在单灾种评估中考虑作物敏感性和气候脆弱性的影响,在综合灾损评估中增加灾害的重要度权重因素,提高了估算精度,在业务服务中可行实用。

资料用以上方法进行全区冬小麦产量的灾损评估,无论是单灾种或多灾种模型,其灾损率和实际产量的估算误差都能控制在10%的范围内,能够满足业务服务的精度要求(表1)。

参考文献

- 王馥棠. 农业气象预报方法. 气象, 1986, 12(10): 39~43.
- 冯达权, 谢洪波. 趋势项分解产量预报方法的探讨. 我国粮食产量气象预测预报研究, 北京: 气象出版社, 1989: 6~11.
- 邓国, 李世奎. 中国粮食作物产量风险评估的方法. 中国农业灾害风险评价与对策. 北京: 气象出版社, 1999: 122~128.
- 马晓群, 陈晓艺, 盛绍学. 安徽省冬小麦涝渍灾害损失评估模型. 自然灾害学报, 2003, 12(1): 158~162.
- 宫德吉, 陈素华. 农业气象灾害损失评估方法及其在产量预报中的应用. 应用气象学报, 1999, 10(1): 66~71.
- 侯亚红, 刘文泉. 我国黄土高原地区农业生产的气候脆弱性变化预测. 灾害学, 2003, 18(3): 35~38.

An Operational Method of Crop Yield Disaster Loss Evaluation

Ma Xiaoqun Chen Xiaoyi
(Anhui Meteorological Institute, 230031)

Abstract

An operational method of crop yield disaster losses evaluation is introduced. In this method, crop yield loss rate are obtained by a novel method of division crop trend yield. Disaster losses of the area are assessed based on the data of some representing stations, thus samples numbers are enlarged. Crop sensitivity and climate vulnerability are considered in single disaster assessment model. The weights of various disasters are considered yet in the multifactor assessment model. This method is convenient and practical in operation application. Its estimate precision can meet accuracy requirements of operation application.

Key Words: crop yield loss rate evaluation