

气候异常对农业生产影响评估 技术研究

谷晓平

(贵州省农业气象中心, 贵阳 550002)

提 要

利用风险度的概念来表征气候异常对农业生产的影响程度, 并提出风险度的计算公式, 讨论了贵州主要灾害风险度的一般规律, 指出: 对任何生产对象而言, 干旱的风险度最大, 洪涝、风雹、低温霜冻的风险度都较小; 就地区分布而言, 干旱、洪涝、风雹、低温霜冻风险度最大的区域基本上出现在严重夏旱区、严重秋季绵雨区、严重冰雹区、严重霜冻区。

关键词: 风险度 气象异常 农业生产

引 言

农业生产对外界条件存在强烈的依赖性, 一旦外界条件不适, 如气候异常, 就会给农业生产带来不可估量的损失。进行气候异常对农业生产影响评估技术研究, 评估确定各种灾害给农业生产带来的危险性大小, 可为有关决策部门制定农业生产计划、采取防灾减灾措施等提供科学依据^[1]。

1 贵州气象灾害概况

贵州高原自然环境复杂, 农业基础较差, 抵御自然灾害的能力薄弱, 农业基本上是“大灾大减产, 小灾小减产, 风调雨顺就增产”的“靠天吃饭”的局面。自古以来, 气象灾害一直是造成农业产量波动和制约农业持续发展的主要原因。由于地理位置、地形、地势、地貌的影响, 各种气象灾害时有发生, 有的出现频率很高, 造成的灾情比较严重。常见的有干旱、暴雨洪涝、秋风、风雹、霜冻、凌冻、绵雨、倒春寒等, 对农业生产危害极大, 往往造成大范围、大幅度的歉收减产。据统计, 贵州在一般年份, 因气象灾害造成的农作物受灾面积达 86.1 万公顷, 成灾面积达

32.3 万公顷, 造成粮食减产 54 万吨, 油菜籽减产 2 万多吨, 烤烟减产 1 万多吨, 损失产值 3 亿多元, 在重灾年份, 损失更为严重。

贵州气象灾害不仅种类繁多, 而且影响农业生产的方方面面。本文只进行常见的几种灾害(干旱、洪涝、风雹、低温霜冻)对粮食、油料、烤烟生产的影响程度分析。由于气象灾害对不同生产对象的危害不同, 为此本文在考虑生产对象的基础上, 提出了一种评估技术, 即用风险度来表征气候异常对农业生产的影响程度, 表明由气候异常所带来的灾害对农业生产的潜在危害。

2 气象灾害对农业生产影响程度的评估技术

2.1 灾害强度的表征方式

用来表征灾害强度的方法很多。过去对气象灾害的危害程度的描述虽然也采用了一些定量指标, 但大多属专业性的, 如温度、降水等, 不太直观, 也不易为人理解, 与实际受灾情况往往存在一定的距离, 且有的指标在不同地区又缺乏可比性。

农业生产本身是多种因子综合作用的时

间过程,在这个过程中,各种气象灾害都会影响最终产量的形成,也就是说最终产量的形成是多种气象灾害作用的结果。然而,在最终产量中,将各种气象灾害的影响分离出来是比较困难的。为此,必须选择一个适合的指标来反映每年的灾害发生程度。

在本文中,灾害强度的表征方法如下:

$$d_{ij} = a_{ij}/b_i$$

式中: d_{ij} 为第 i 地区第 j 种灾害的灾害强度(%); a_{ij} 是第 i 地区第 j 种灾害的成灾面积(万公顷); b_i 是第 i 地区的播种面积(万公顷)。 d_{ij} 越大,表示受灾程度越大。

f_{ij} 定义为灾害系数,即 $f_{ij} = 1 - d_{ij}$,其值越小,表示受灾程度越大。

用此方法理由如下: ①作物的最终产量中,各种气象灾害的影响难以分离; ②反映每年的灾害强度比较客观; ③不同灾害、不同地区之间可比性较好。

贵州各地区农业气象灾害强度见表1。

表1 农业气象灾害强度/%

地区	干旱	洪涝	风雹	霜冻
贵阳	4.05	1.97	4.20	0.19
六盘水	5.02	4.67	4.42	1.93
遵义	7.43	2.88	1.49	1.02
安顺	10.40	3.93	2.94	0.57
毕节	8.94	4.02	4.05	1.83
铜仁	14.14	3.83	1.42	1.00
黔南	10.27	2.20	1.58	0.23
黔东南	8.16	1.68	1.03	0.35
黔西南	8.61	3.41	2.57	0.47
全省	9.35	2.92	2.09	0.76

2.2 风险度及其计算方法

风险度是气象灾害对农业生产影响程度的一种表征方法,它表明气象灾害发生后,给农业生产带来的危害大小。一般来说,风险度越小,农业生产的安全保证越好。由于气象灾害对不同生产对象的危害不同,同一种灾害给农业生产带来的危害也不同,因此风险度必须与生产对象紧密相联,结合贵州省农业生产实际情况给出风险度定义如下:

$$h_v = \delta \times d \times p/m$$

式中: h_v 为风险度(%); δ 为灾害系数的标准

方差(%); d 为灾害对生产对象的影响系数; p 是松弛变量; m 是灾害系数的均值。

2.2.1 δ 的计算

$$\delta = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (f_i - m)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

式中: f_i 为任一地区任一灾害第 i 年的灾害系数(%); m 为 f_i 序列的平均值(%); n 为 f_i 序列的样本数($n = 41$)。

2.2.2 d 的计算

虽然干旱、洪涝、风雹、低温是相对比较独立发生的四种灾害,但它们都直接影响粮油作物、烤烟的生长发育和产量的形成,粮油作物、烤烟的最终产量是这些灾害共同影响的结果。由于灾害发生的区域性、时间性不同,因而不同灾害对产量的损耗不同,这就需要有一个系数(d 值)来描述这些差异。

各种气象灾害对具体生产对象的影响归根结底在于影响产量,因此我们将产量作为目标,用每种灾害对产量损耗的贡献大小确定其影响系数。

在本研究中,我们只讨论粮食产量、油料产量、烤烟产量的受灾情况。

假定产量(Y_k)与干旱、洪涝、风雹、霜冻的灾害系数存在线性关系如下:

$$Y_k = b_{k0} + b_{k1}X_1 + b_{k2}X_2 + b_{k3}X_3 + b_{k4}X_4 + e_k$$

式中: Y_k 为第 k 种生产对象因灾害的减产量(Y_1 为粮食, Y_2 为油料, Y_3 为烤烟); b_{k1} 、 b_{k2} 、 b_{k3} 、 b_{k4} 为各对应灾害强度的偏回归系数; e_k 为随机要素; X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 分别为干旱、洪涝、风雹、霜冻的灾害系数。将偏回归系数进行标准化处理,得到相对应的标准偏回归系数 c_{k1} 、 c_{k2} 、 c_{k3} 、 c_{k4} , 可用来比较各种灾害对不同生产对象的影响能力。

影响系数 d_{kj} 的计算公式如下:

$$d_{kj} = \frac{c_{kj}}{c_{k1} + c_{k2} + c_{k3} + c_{k4}}$$

式中: d_{kj} 为第 j 种灾害对第 k 种生产对象的

影响系数。当 $k = 3$ 时, $c_{k4} = 0$ 。

2.2.3 松弛变量

松弛变量 (p) 的引进是为了对各种灾害风险度进行统一化处理, 以便于全省各地的比较。 δ/m 值实际上是表示样本对其平均值的偏离程度。在 δ/m 值相等的情况下, 两个样本的均值未必一样。为加强均值的影响, 本研究引入松弛变量 (p)。

$$p_{ij} = \frac{u_{ij}}{v_j}$$

式中 p_{ij} 表示第 i 地区第 j 种灾害的松弛变量; u_{ij} 为 d_{ij} 序列的平均值 (%); v_j 是第 j 种灾害全省各地的 u_{ij} 中的平均值 (%)。

2.3 结果分析

利用上述方法, 根据贵州省民政厅(1950~1990年)灾害统计资料, 计算了贵州省 81 个县市的干旱、洪涝、风雹、霜冻分别对粮食、油料、烤烟生产的风险度。

2.3.1 气象灾害对农业生产的风险度

表 2 为就总体农业生产对象而言, 干旱、洪涝、风雹、霜冻对农业生产的风险度。

表 2 气象灾害风险度/%

地区	干旱	洪涝	风雹	霜冻
贵阳	4.57	2.09	4.31	0.67
六盘水	7.53	5.09	4.62	3.98
遵义	9.28	3.97	2.27	2.30
安顺	12.79	4.00	3.11	1.52
毕节	12.45	5.07	4.64	3.76
铜仁	14.89	4.72	2.65	2.20
黔南	11.96	2.99	2.57	0.68
黔东南	10.15	2.47	1.97	1.09
黔西南	9.82	4.25	3.35	1.37
全省	11.04	3.73	2.83	1.77

从表 2 可以看出: ①不同气象灾害给农业生产带来风险程度不同, 从全省情况来看, 干旱的风险度最大, 其次为洪涝、风雹, 风险度最小的是霜冻。从量级上来看, 后三种灾害对农业生产的危险程度基本属于同一量级。②各种气象灾害的风险度在全省分布来看, 干旱风险度最大的在黔东北地区, 洪涝、风雹风险度西部比东部地区大, 霜冻风险度以西北地区为大。

2.3.2 气象灾害对不同生产对象的风险度

上面论述的是气象灾害对农业生产的风

险度, 但由于生产对象的不同以及气象灾害频发的时段性和区域性, 使得同一气象灾害给不同的生产对象带来的风险亦不同, 下面以粮食、油料、烤烟生产为对象, 进行干旱、洪涝、风雹、霜冻的风险度分析。

表 3、表 4、表 5 分别为气象灾害致使粮食、油料、烤烟减产的风险度。

表 3 气象灾害对粮食减产的风险度/%

地区	干旱	洪涝	风雹	霜冻
贵阳	2.50	0.22	0.66	0.13
六盘水	2.32	1.36	1.08	0.90
遵义	5.90	0.62	0.22	0.34
安顺	7.77	0.56	0.58	0.15
毕节	6.56	0.61	1.13	0.65
铜仁	9.35	0.52	0.24	0.53
黔南	7.02	0.34	0.33	0.11
黔东南	6.35	0.47	0.26	0.15
黔西南	5.14	0.90	0.37	0.23
全省	6.50	0.57	0.43	0.30

表 4 气象灾害对油料减产的风险度/%

地区	干旱	洪涝	风雹	霜冻
贵阳	0.77	0.86	0.89	0.14
六盘水	1.68	1.52	0.42	1.54
遵义	2.32	0.74	0.59	0.57
安顺	4.96	0.56	0.93	0.27
毕节	5.17	0.89	1.31	0.52
铜仁	4.71	0.68	0.90	0.59
黔南	4.72	0.69	0.56	0.13
黔东南	2.49	0.41	0.73	0.23
黔西南	4.38	0.59	0.82	0.30
全省	3.70	0.66	0.78	0.39

表 5 气象灾害对烤烟减产的风险度/%

地区	干旱	洪涝	风雹
贵阳	1.93	0.27	1.92
六盘水	3.02	1.75	1.33
遵义	5.80	0.64	0.43
安顺	7.82	0.54	0.75
毕节	6.70	0.61	1.63
铜仁	8.99	0.74	0.56
黔南	5.99	0.69	0.80
黔东南	4.26	1.03	0.42
黔西南	5.21	0.85	0.79
全省	5.92	0.77	0.74

由此可以看出: ①不同气象灾害给具体生产对象带来风险程度均比农业生产小, 但其危害风险大小排序基本相同; ②干旱仍然是各地区的主导气象灾害, 其风险度比其它三种灾害大几个量级; ③干旱、洪涝、风雹、霜冻的风险度对不同生产对象的危害程度不同, 如:

干旱对粮食作物的风险最大 (6.50%),

其次为烤烟(5.92%)、油料(3.70%);洪涝对烤烟的风险度最大(0.77%),其次为油料(0.66%)、粮食(0.57%);风雹对油料作物的风险最大(0.78%),其次为烤烟(0.74%)、粮食作物(0.43%);霜冻对油料的影响大于粮食。④对各种生产对象,干旱、洪涝、风雹、霜冻风险度最大的区域基本出现在严重春旱或夏旱区(如毕节地区和铜仁地区)、严重秋季绵雨、冰雹、霜冻区(如六盘水、毕节地区)。

3 计算结果的合理性分析

气象灾害对农业生产的危害程度受灾害强度和持续时间的综合影响。

干旱是影响最大、波及面积最广的气象灾害,严重影响作物生长发育和产量的形成。在贵州,干旱常被分为春旱和夏旱。干旱具有水平地带连续性和成片分布的特点,夏旱从东向西依次减轻,春旱刚好相反。干旱的发生十分频繁,在黔东北地区,几乎十年有九年干旱。夏旱主要影响秋收作物如水稻、玉米、烤烟等,春旱主要影响夏收作物如小麦、油菜等。由于水稻、玉米在粮食总产中、油菜在油料总产中占的比例较大,因而对粮食生产来说,夏旱的影响大于春旱,对油料生产刚好相反。干旱对粮食和烤烟生产风险度最大的区域在铜仁地区(属重旱区),对油料生产风险度最大的区域在毕节地区(属重旱区),与实际情况相符合。

贵州洪涝的种类有两种:暴雨、秋季绵雨,其中,秋季绵雨比暴雨对农业生产的危害更大。洪涝对农业生产的影响除天气因素外,还取决于局地的水利设施条件及农田状况。一般坡地农田的洪涝灾害轻,坝区或谷地农田的洪涝灾害重。由于地形、地势、地貌的影响,洪涝对农业生产的危害并不严重。根据计算结果,洪涝风险度最大值在六盘水

地区,属严重秋季绵雨区,结果还是比较合理的。

风雹属于阵发性灾害,其发生强度大,但危害面积小,对局部区域,风雹灾可能造成的灾害较重,如纳雍县,风险度为1.79%,但对全省而言,其影响并不大。风雹灾贵州全年均有可能出现,但以春季最多,占全年的73.2%,其次为冬季、夏季、秋季。若以月份划分,3、4、5月出现频繁(以4月最多),此时正值夏收作物如小麦、油菜成熟待收季节,小麦在粮食总产中所占比例较小(20%左右),而油菜籽基本是油料的主要来源(90%以上),所以风雹灾对油料生产的危害略大一些。毕节、六盘水地区属重雹区,故风雹造成的风险大于其它地区。

霜冻发生的时间为11月至次年4月,以1月出现频率最高,2月次之,所以霜冻主要危害的是越冬作物如油菜、小麦等,对秋收作物如水稻、玉米、烤烟、花生等基本无影响。由于小麦和油菜在粮食、油料生产结构中的作用不同,因而当发生霜冻时,对油料生产的影响要大于粮食生产。霜冻风险度最大的区域在六盘水地区,此地区亦是重霜冻区。

贵阳属于比较特殊的类型,就农业生产而言,其农业技术水平及物质投入较高,抵御气象灾害能力强,故各种灾害的风险度均较小(除风雹)。

4 结语

根据贵州省的农业生产和农业气象灾害情况,提出用风险度评估气候异常对农业生产的影响程度,结果较以前单纯用变异系数的方法^[2]前进了一步。但由于资料的限制以及农业气象灾害影响作物的多样性、复杂性,此评估技术未能解释不同灾害对不同作物影响不同的机理,有待于以后改进。

- 1 高庆华. 关于建立自然灾害评估系统的总体构思. 自然灾害学报, 1993, 2 (4): 3~9.

- 2 张明远. 水稻生产气象灾害危险性分析. 自然灾害学报, 1993, 2 (3): 53~61.

Research on Evaluation Technology of Abnormal Climate Effect on Agricultural Production

Gu Xiaoping

(Agrometeorological Center of Guizhou, Guiyang 550002)

Abstract

By utilizing the risk degree as abnormal climate effect on agricultural production and discussing the general regular of the major disasters's risk degree in Guizhou province, it is pointed out that the drought's risk degree is larger and the flooding damage, wind-hail and frost's risk degrees are smaller for any production object. The larger risk degrees of drought, the flooding damage, wind-hail and frost appear are mainly in heavy summer drought area, heavy autumn continuous rain area, heavy hail area and heavy frost area.

Key Words: risk degree abnormal climate agricultural production