

早稻播种量的气候决策方法

邹希云 莫松柏 刘电英 文 强

(湖南省益阳市气象局, 413000)

提 要: 早稻播种量的多少受天气气候的影响较大, 农户难以决策。为帮助农户解决这一难题, 根据气象信息、生产成本等经济参数, 采取分类预报定量决策方法, 为农户提供最优播种量决策, 农户在实际应用中可获得明显的经济效益。

关键词: 早稻播种 天气预报 决策 效益评估

Study on Decision-making Method About Meteorological Service of Spring Sowing

Zou Xiyun Mo Songbai Liu Dianying Wen Qiang

(Yiyang Meteorological Office, Hunan Povice, 413000)

Abstract: It is influenced by the weather climate that how many early rice should be sowed, so peasants have difficulty to make dicision. In order to help the peasant to solve this difficult problem, the classified forecast quota decision-making method was adopted according to the meteorological information, the production cost and so on, the peasant was provided the most superior sowing seeds quantity decision-making, the obvious economic efficiency can be obtained in the practical application.

Key Words: early rice planting weather forecast decision-making benefit assessment

3月下旬至4月上旬是湖南早稻播种季节,这段时间的天气直接影响秧苗成秧率。由于早稻播种量的决策不当,成秧率高的年份秧苗多于实际需要,必然造成浪费;成秧率低的年份,秧苗不足,临时采取措施,贻误了季节,造成粮食减产。目前,春播天气长期趋势预报的准确率还不足以使农户完全信赖。

因此,农户如何根据春播天气长期趋势预报,采取正确的播种量决策,是农户迫切需要解决的问题。为此,我们根据调查资料,从不同春播天气类型下早稻成秧率的高低,分析早稻播种期天气与大田实际用种量及其春播决策失误情况下采取补救措施的关系,运用分类预报定量决策方法,为农户提供天气预报

服务产品的同时,提供最优的播种量决策,从而使农户用最小的成本获取最大的经济效益。

1 研究方法

在经济决策中,生产单位必须考虑到在不同天气条件下,采取不同决策时的平均收益或损失,称为损益(损失或效益)矩阵,如表 1。

表 1 损益矩阵

天气	决策			
	d_1	d_2	...	d_N
W_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
W_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{n1}
...
W_m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{nm}

表中 W_i 表示不同的天气类型, d_i 表示不同的决策,当完全按照预报值采取决策时,则可有 r_{id1} 应改为 F_1 (预报)、 $r(w_i d_j)$ 或 $r(w_i F_j)$,表示生产单位在 W_i 天气下采取 d_i 决策或按天气预报 F_j 采取决策可得到的平均效益(或损失),即共轭矩阵(预报与实况的联合出现概率的列联表),其通式见表 2。

表 2 共轭矩阵

实况	预报				
	F_1	F_2	...	F_n	P
W_1	p_{11}	p_{12}	...	p_{1n}	p_1
W_2	p_{21}	p_{22}	...	p_{2n}	p_2
...
W_m	p_{m1}	p_{m2}	...	p_{mn}	p_m

表中 F_i 表示预报决策, p_{ij} 表示实况为 W_i 而预报为 F_i 的联合概率,右边的 $p_i = \sum_j p_{ij}$,当样本足够长时, p_i 可以近似地看成是 W_i 的气候概率。

当完全按照天气预报进行决策时,可利

用效益矩阵和共轭矩阵,求出决策的平均或损失

$$r = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n r_{ij} p_{ij} \tag{1}$$

把共轭矩阵中的联合概率 $P_{i1} = p(W_i, F_1)$ 转换成条件概率 $p_{i/1} = p(W_i, F_1)$,它们之间有如下关系

$$p_{i/1} = \frac{p_{i1}}{p_1} \tag{2}$$

从而可得到条件概率矩阵,见表 3。

表 3 条件概率矩阵

实况	预报			
	F_1	F_2	...	F_n
W_1	$p_{1/1}$	$p_{1/2}$		$p_{1/n}$
W_2	$p_{2/1}$	$p_{2/2}$		$p_{2/n}$
...
W_m	$p_{m/1}$	$p_{m/2}$		$p_{m/n}$

按照贝叶斯方法求出在预报为 F_1 时采取不同决策的平均损失 $r(d_j/F_1)$,则有当 $d = d_1$ 时:

$$r(d_1/F_1) = \sum_{i=1}^m r_{i1} p_{i/1} \tag{3}$$

当 $d = d_j$ 时:

$$r(d_j/F_1) = \sum_{i=1}^m r_{ij} p_{i/1} \tag{4}$$

从 $r(d_1/F_1), r(d_2/F_1) \cdots \cdots r(d_n/F_1)$ 中选取 $\min(r(d_i/F_1))$ (损失最小)则可以确定在预报为 F_1 时,这些决策中 $d_1, d_2 \cdots \cdots d_n$ 中哪一个优先,记这时的最优决策为 $d_0^{(1)}$,这样对应每一个预报都有一个最优决策,见表 4。

表 4 最优决策

预报	F_1	F_2	...	F_n
最优决策	$d_0^{(1)}$	$d_0^{(2)}$...	$d_0^{(m)}$

上述寻找最优决策的规则乃是用户在一
切可能情况下采取行动的一种最优策略。

2 早稻播种量决策的经济参数

2.1 基本资料

根据大田早稻生产和农业技术人员的调查,同时考虑气象部门春播天气划分标准,得到如下基本资料。

(1) 根据湖南省春播天气划分标准,把春播天气划分为 4 类,好年(A)、尚好年(B)、较差年(C)、差年(D)。

(2) 不同春播天气类型下,早稻育秧大面积成秧率及每公顷大田实际所需播种量。

表 5 不同天气类型的成秧率及应播种量

	好年(A)	尚好年(B)	较差年(C)	差年(D)
成秧率/%	72	65	58	50
应播种量/kg	102	112.5	126	136.5

(3) 农户育秧成本(包括人工、机械、牛工、种子、肥料、农药等)折合为 6 元/kg。

(4) 目前农业部门实际大田播种量为 $112.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(5) 育秧失误后(如烂秧)应采取的补救措施主要有:

一是补种。发生烂秧后,4 月中旬补种,补种的成秧率一般为 72%,迟播比适时播种减产 $750\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右,现行商品粮价格为 1.4 元/kg。

二是适当推迟移栽或少插基本苗。试验证明,移栽期推迟 3~5 天或大田基本苗减至 $250\sim 300$ 万株/ hm^2 ,减产 $300\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

2.2 效益参数

由于天气趋势预报有一定的不准确性,若农户按照气象部门的春播趋势预报结果参照表 5 对应的用种量播种,常会造成种子决策失误。

由于播种量决策失误,必须采取补救措施,则损失为:

表 6 决策失误时造成的种子损失/kg

实际 年景	年景预报			
	好年	尚好年	较差年	差年
好年	0	10.5	24	34.5
尚好年	-10.5	0	9	24
较差年	-24	-9	0	10.5
差年	-34.5	-24	-10.5	0

(1) 预报的等级比实况差,因多播种子造成损失(种子成本为 6 元/kg):

$$r_{21} = 10.5 \times 6 = 63 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

$$r_{31} = 144 \text{ 元} \quad r_{32} = 54 \text{ 元}$$

$$r_{41} = 207 \text{ 元} \quad r_{42} = 144 \text{ 元}$$

$$r_{43} = 63 \text{ 元}$$

(2) 预报的等级比实况好

预报的年景比实况好一个等级,则有 50%的大田需推迟 3~5 天移栽,减产 $300\text{kg}/\text{hm}^2$,但是节约了种子成本,则损失为:

$$r_{12} = 300 \times 1.4 \times 0.5 - 10.5 \times 6 = 147 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

$$r_{23} = 300 \times 1.4 \times 0.5 - 9 \times 6 = 156 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

$$r_{34} = 300 \times 1.4 \times 0.5 - 10.5 \times 6 = 147 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

预报比实况好两个等级,则采取补种推迟移栽措施,造成的损失由推迟移栽的面积减产损失和补种与少播种子节约成本的差组成。

$$r_{13} = 24/102 \times 750 \times 1.4 - 0 = 247.06 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2} \text{ (预报好年出现较差年,补种与少播种子相当)}$$

$$r_{14} = \frac{34.5}{102} \times 750 \times 1.4 = 355.15 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

$$r_{24} = 24/112.5 \times 750 \times 1.4 - (24/0.65 - 24/0.72) \times 6 = 202.5 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

由此可得损失矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 63 & 144 & 207 \\ 147 & 0 & 54 & 144 \\ 247.06 & 156 & 0 & 63 \\ 355.15 & 202.5 & 147 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

3 早稻播种量的最优决策

3.1 早稻播种量的最优气候决策

根据损失矩阵(5)可得:

4 种不同年景的气候决策损失为:

$$R_{\text{气候}1} = \sum_{i=1}^4 (r_{1i} \cdot p_i) = 159.83$$

$$R_{\text{气候}2} = \sum_{i=2}^4 (r_{2i} \cdot p_i) = 86.85$$

$$R_{\text{气候}3} = \sum_{i=1}^4 (r_{3i} \cdot p_i) = 92.10$$

$$R_{\text{气候}4} = \sum_{i=1}^4 (r_{4i} \cdot p_i) = 120.96$$

$$\min\{R_{\text{气候}i}\} = R_{\text{气候}2}$$

可见,如果采取气候决策,则按较好年景 $R_{\text{气候}2}$ 的用种量播种(最优气候决策)时损失最小。

3.2 早稻播种量的最优预报决策

根据春播趋势的年景预报进行用种量决策,与实况不符时的损失矩阵已经得到。根据益阳 1974—2005 年春播趋势预报与实况资料,得到春播趋势预报的共轭矩阵 F :

$$F_{ij} = \begin{bmatrix} 0.156 & 0.094 & 0.031 & 0 \\ 0.036 & 0.188 & 0.031 & 0.031 \\ 0.031 & 0.031 & 0.188 & 0.031 \\ 0 & 0.031 & 0.063 & 0.031 \end{bmatrix} \quad (6)$$

则

$$p_i = (0.281 \quad 0.313 \quad 0.281 \quad 0.125)$$

$$p = \sum_{i=1}^4 p_i = 1 \quad (7)$$

当预报春播趋势为好年(F_1)而采取 d_i 决策时的损失为: $r(d_i/F_1) = \{10.386 \ 24.606 \ 53.205 \ 78.954\}$

其中 $\min\{r(d_i/F_1)\} = r(d_1/F_1) = 10.386$

说明:当预报春播趋势年景为好年时,应按采用决策,即采用好年的播种量决策损

失最小;同理可得,春播趋势为尚好年(F_2),较差年(F_3),差年(F_4)时采取 d_i 决策时的损失分别为:

$$r(d_i/F_2) = 15.399$$

$$r(d_i/F_3) = 19.173$$

$$r(d_i/F_4) = 10.695$$

对应的最优决策分别为 d_2 、 d_3 和 d_3 ,说明就目前的预报水平,采取最优的播种量决策(优化决策)应该是预报好年、尚好年、较差年均采用相信预报结果时的播种决策、预报为差年时则采用较差年的播种量决策,这样才能达到损失最小。

4 春播趋势预报决策服务的经济效益分析

4.1 完全信赖春播趋势预报决策的损失

假设就现有的预报水平,完全信赖并按照 4 种分类预报采取决策,则损失为:

$$R_{4\text{预报}} = \sum_{i=1}^4 \cdot \sum_{j=1}^4 (r_{ij} \cdot p_{ij}) = 55.41 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$$

即按完全信赖预报采取决策失误后每公顷种子平均损失 55.41 元。

4.2 最优预报决策的损失

按照上述分析,最优决策即为预报为好年、尚好年、较差年时,采用表 5 中对应的播种量,预报为差年时,采取较差年的播种量决策,则共轭矩阵见表 7。

表 7 最优决策损失的共轭矩阵

W	F_2			P
	F_A	F_B	F_{CP}	
W_A	0.156	0.094	0.031	0.281
W_B	0.063	0.188	0.062	0.313
W_C	0.031	0.031	0.219	0.281
W_D	0	0.031	0.094	0.125
P_X	0.250	0.344	0.406	1

那么,对于预报采取对应的最优决策方法(3 分类预报)其损失为:

$$R_{\text{预报}} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 (r_{ij} \cdot p_{ij}) = 55.23 (\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$$

天气预报相对气候的潜在经济效益指标为:

$$\lambda = \frac{R_{\text{气候}} - R_{\text{4预报}}}{R_{\text{气候}}} \quad (8)$$

如果采取完全信赖天气预报(4分类预报)采取决策则:

$$\lambda_{0.1} = \frac{86.8515 - 55.41436}{86.8515} = 36.20\%$$

如果采取预报的优化决策(3分类预报)则

$$\lambda_{0.2} = \frac{86.8515 - 55.23}{86.8515} = 36.41\%$$

由此说明,采用完全信赖预报决策比气候决策可减少损失 36.41%,采取优化预报决策比气候决策可减少损失 36.20%。

如果预报达到完全正确的水平,按理想预报进行决策,则损失为零, $R_{\text{理想}} = 0$

由理想预报相对于气候资料潜在的经济效益判据

$$\omega_0 = \frac{R_{\text{气候}} - R_{\text{预报}}}{R_{\text{气候}} - R_{\text{理想}}} = 36.2\%$$

可见,目前的预报水平,采取信赖春播趋势预报采取播种量决策的潜在经济效益,只有理想预报的 36.20%,同理优化决策的潜在经济效益为理想预报的 36.41%。

目前,大部分农民采取每公顷大田实际播种 112.5kg 的决策,即采取按尚好年决策,这种决策与最优的气候决策相符。

由上述分析,按照完全信赖春播年景的趋势预报采取决策比最优的气候决策或目前农户的实际决策每公顷可减少损失(即效益)

$$\begin{aligned} R_u &= R_{\text{气候}} - R_{\text{预报}} \\ &= 86.8515 - 55.41436 \\ &= 31.43714 (\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}) \end{aligned}$$

益阳共有早稻面积 $17.5 \times 10^4 \text{hm}^2$,如果按照完全信赖预报,则益阳市全市比按照目前农户的实际决策或按最优气候决策平均每年

可节约育秧成本,减少大田损失,增加效益。

$$U_{\text{预报}} = 17.5000 \times 31.43714 = 602.65 (\text{万元})$$

5 结论与讨论

(1) 农户根据春播天气长期预报的播种量最优决策:当预报春播天气为好年、尚好年、较差年时,可采取完全信赖预报进行决策,预报为差年时,采取较差年的播种量决策。

(2) 目前农业部门的早稻实际播种量决策与最优气候决策一致,在没有春播趋势预报的情况下,这种决策比较合适。

(3) 按完全信赖预报进行播种量决策,比按气候趋势决策可减少损失 36.20%,益阳市全区每年可节约成本,增加效益 602.65 万元。

(4) 优化决策与完全信赖预报的决策,潜在经济效益分别为理想预报的 36.41% 和 36.20%,仅相差 0.21%,因此,就目前的预报水平,对农户服务,可以采取优化预报即 3 分类预报(好年、尚好年、较差年)取代目前的 4 分类预报。

参考文献

- [1] 颜宏,章国材,周曙光,等. 气象服务效益分析方法与评估[M]. 北京:气象出版社,1998:78-92.
- [2] 孙中才. 农业信息系统导论[M]. 北京:气象出版社,1996:5-23.
- [3] 邹希云,刘电英,文强,等. 一个适用于地方农业种植制度的最优气候决策方法[J]. 中国农业气象,2006,27(1):23-26.
- [4] 高绍凤,陈万隆,朱超群,等. 应用气候学[M]. 北京:气象出版社,2004:17-28.
- [5] 张云惠. 农业气象决策服务潜在经济效益的理论评估方法研究[J]. 中国农业气象,2005,26(2):142-145.
- [6] 邹希云,刘电英,文强. 湖南洋泉水库的最优气候决策方法探讨[J]. 中国农业气象,2006,27(3):191-193.