

无锡市单季晚稻产量动态预测

钱培东

(江苏无锡市气象局)

农业气象产量预报正在逐步成为一项日常工作,显示出越来越重要的作用。为了在作物生长发育的不同时段给出预测结果,并随预报时效缩短,精度不断提高,就需进行作物产量的动态预测。本文对无锡市主要粮食作物之一的单季晚稻,进行了农业气象产量动态预测模式的探讨。

一、产量资料及时间趋势产量的确定

1. 产量资料来源

1959—1983年取自江苏省统计局作物产量资料,1984年以后取自无锡市统计局的资料。1983年以前的全市平均亩产则根据现有所属各县(市、郊区)的总产和种植面积来计算。

2. 时间趋势产量的确定

在产量预报中,为了消除农业生产技术水平等非气象因素的影响,一般都对作物产量进行时间趋势处理。即作物产量可分解为:

$$y = y_t + y_w + \varepsilon \quad (1)$$

式中 y 为作物实际产量, y_t 为作物时间趋势产量, y_w 为作物气象产量, ε 为随机误差,一般可忽略不计。

考虑到无锡市单季晚稻产量年际变化较大,因此使用了年滑动平均方法来分离时间趋势产量,并用调和权重法来实现时间趋势产量的外延⁽¹⁾。调和权重法的具体方法如下⁽²⁾:

首先计算时间趋势产量的增量,即变差

$$\omega_{i+1} = y_{t, i+1} - y_{t, i} \quad (i = 1, 2, \dots, n-1) \quad (2)$$

式中 ω 为趋势产量的增量, i 为年份序号。再按下式计算平均增长量

$$\bar{\omega} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} C_{i+1} \omega_{i+1} \quad (3)$$

式中 C_{i+1} 为满足下列条件的函数

$$\begin{cases} 1 > C_{i+1} > 0 \\ \sum_{i=1}^{n-1} C_{i+1} = 1 \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, n-1) \quad (4)$$

调和权重按下式计算

$$C_{i+1} = m_{i+1} / (n-1) \quad (5)$$

各年资料的权重表达式为

$$m_{i+1} = m_i + \frac{1}{n-i} \quad (6)$$

调和权重法可以使离预报年较近的年份有较大的权重,而越早年份的权重越小。预报年的趋势产量为

$$y_{t, n+1} = y_{t, n} + \bar{\omega} \quad (7)$$

二、气象产量的预测

设动态预测基本模型为

$$\hat{y}_{w,t} = \hat{y}_{w,t-1} + \Delta \hat{y}_{w,t} \quad (8)$$

式中 $\hat{y}_{w,t}$ 为 t 时刻的作物气象产量预测值, $\Delta \hat{y}_{w,t}$ 为 $t-1$ 到 t 时刻的作物气象产量动态预测的修正值。第一次预报时 $\hat{y}_{w,t-1} = 0$ 。从(8)式可见, t 时刻的预测产量,是用 $t-1$ 到 t 时刻的气象条件,对前一时刻的预测值 $\hat{y}_{w,t-1}$ 用差值法进行动态修正。

根据上述预测模型,无锡市单季晚稻气象产量预测的具体步骤如下。

1. 因子筛选

(1) 初选因子 本地单季晚稻一般在5月中旬播种,在10月下旬成熟。首次产量预测应在8月下旬作出,第二次预测于10月初完成。对于首次预测,是用气象产量与气象条件的相关来初选因子。对于第二次预测,预报量则用气象产量与首次预报拟合值之差。在初选因子时,考虑了无锡市地面要素和大气环流因子。地面气象要素因子所取时段为作物生育期。据有关文献介绍,大气环流对作物生长发育有3—6个月的滞后效应,因此环流因子一般取前6个月的。据此,初选出与预报量相关显著的因子。

(2) 独立性检验 对初选入的因子,分两类(地面要素因子、环流因子)分别进行因子间的独立性检验。检验标准是:当因子 x_i 与 x_j 的相关系数 r_{ij} 超过给定的显著性临界值 r 时,则表明该两因子互不独立,于是舍去其中与预报量相关系数较小的因子;否则,称为相互独立的因子。经检验得出以下因子(见表1)。

表1 相关因子表

1. 8月下旬预报用:	
x_1 .	5月雨日数;
x_2 .	6月下旬日照时数;
x_3 .	上年12月亚洲地区月平均纬向环流指数;
x_4 .	1月亚洲地区月平均纬向环流指数;
x_5 .	3月亚欧地区月平均纬向环流指数;
x_6 .	5月亚洲地区月平均经向环流指数;
2. 10月预报用:	
x_1 .	9月下旬气温日较差;
x_2 .	9月中、下旬平均气温之和;
x_3 .	6月亚洲地区月平均经向环流指数

2. 建立预报模式

将通过检验的因子分地面因子和环流因

子两类,分别和混合进行逐步回归分析,共得出3个预报模式。

(1) 8月下旬的3个模式

$$y_{w11} = -38.6 + 0.8621x_2$$

$$R = 0.6244^{**}, S = 23.4, \text{评分} = 73\text{分}$$

$$y_{w12} = 50.4 + 44.7037x_3 - 25.8147x_6 - 165.6001x_0$$

$$R = 0.6916^{**}, S = 23.0, \text{评分} = 70\text{分}$$

$$y_{w13} = 27.7 + 0.6912x_2 + 33.8499x_3 - 22.0371x_5 - 163.3450x_6$$

$$R = 0.8414^{**}, S = 17.2, \text{评分} = 93\text{分}$$

(2) 10月初的3个模式

$$y_{w21} = -31.0 + 3.8768x_1$$

$$R = 0.4005^*, S = 15.8, \text{评分} = 95\text{分}$$

$$y_{w22} = -42.8 + 88.1914x_3$$

$$R = 0.3944^*, S = 15.9, \text{评分} = 94\text{分}$$

$$y_{w23} = -66.9 + 3.5224x_1 + 79.8520x_3$$

$$R = 0.5353^*, S = 14.8, \text{评分} = 95\text{分}$$

3. 集成预报

设对于某一预报量,有 m 个预报模式,各预报模式的权重系数为 $a_j (j=1, 2, \dots, m)$,则 t 时刻的集成预报模式为:

$$\Delta \hat{y}_{w1} = \sum_{j=1}^m a_j \hat{y}_{w1j} \quad (9)$$

式中 \hat{y}_{w1j} 为第 j 个预报模式的预测值。

权重系数 a_j 的确定方法如下:

①将各预报模式对各年进行回代,并将拟合误差与该年的实产相比较,分5级进行拟合评分,其标准如表2。

②将第 j 个预报模式的拟合得分,与 m 个预报模式的总得分之比,作为该预报模式的权重系数,即

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^m P_{j1i}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_{j1i}} \quad (10)$$

由此可得8月下旬单季晚稻集成模式为:

$$\Delta y_{w1} = 0.3093y_{w11} + 0.2966y_{w12} + 0.3941y_{w13}$$

(下转第28页)

注: R为复相关系数, *、**分别表示通过0.05、0.01的信度检验, S为剩余均方差。

表2

拟合评分标准

误差百分率 (%)	$\leq \pm 3\%$	$\pm 3.1-5\%$	$\pm 5.1-7\%$	$\pm 7.1-10$	$> \pm 10\% $
评定得分	4	3	2	1	0

10月初集成模式为:

$$\Delta y_{w2} = 0.3345y_{w21} + 0.3310y_{w24} \\ + 0.3345y_{w23}$$

三、预测作物产量

综合 (1)、(7) 式, 可得预测年份 (第 $n+1$ 年) t 时刻的作物产量动态预测模式为

$$\hat{y}_{n+1} = y_{t, n} + \bar{w} + \hat{y}_{wt, n+1} \quad (11)$$

从 (11) 式及 (8)、(9) 式, 可计算得到作物产量的预测结果。1988 年无锡市单季

晚稻产量预测结果如表 3

表3 1988年无锡单季晚稻产量动态预测结果

预测时间	预测亩产 (kg)	实际亩产 (kg)	预测误差 (kg)	误差率 (%)
8月下旬	497.3		18.3	3.8
		479		
10月初	493.4		14.4	3.0

参考文献

- (1) 王毓棠, 近年来我国作物产量气象预报研究的进展, 气象, Vol.12, No.5, 1986。
- (2) 王书裕, 作物产量的预报方法, 气象学报, Vol 42, No.3, 1984。