

专业气象服务

用西北太平洋海温制作 江西省早稻产量预报

魏丽 罗倩仪 陆叔鸣

(江西省气象局)

一、引言

粮食产量直接影响到国家的经济发展和人民的生活安定。预测作物年景及其产量，可为各级领导和有关部门指挥并安排粮食生产、外贸运输、加工等提供科学依据。

农作物生长发育同各阶段天气气候密切相关，作物产量随天气气候的变异发生明显波动或偏差，这种波动或偏差称为气象产量。大范围作物产量的波动是直接受特定的天气类型支配的，这种影响作物产量的天气类型是在特定的大气环流背景下形成和发生的。近年来的研究表明，西北太平洋海温的变化是影响欧亚大气环流的因子之一，也是影响大范围天气气候的间接因素。海洋向大气不断输送热量，虽然海气之间具体联系机制尚不清楚，但它们的关系非常密切是肯定的，尤其是海温异常会引起大气环流异常，这是众所周知的。因此，利用海温距平作为产量预报因子是有意义的。海温对天气气候的影响具有滞后性，存在着韵律关系，如春季北太平洋海温具有大约6—12个月左右的韵律，7、8月份韵律活动不明显。而秋季则具有14—20个月左右的韵律*。因此，我们可根据早稻生育期间不同月份北太平洋海温的分布、变化，来预测早稻的气象年景和产量。利用海温因子制作粮食产量预报，避免了全省或更大范围内因南北差异和海拔高度不同引起的局地降水不匀、温度差异较大、单点的光温水资料不能代表全省的天气气候

概况的不足，并且采用了逐月订正预报模式，在早稻收获前的不同月份均可做出年景预报和定量预报，有利于综合分析预报结果，使产量预报结果更准确、更接近实况。

二、早稻趋势产量处理

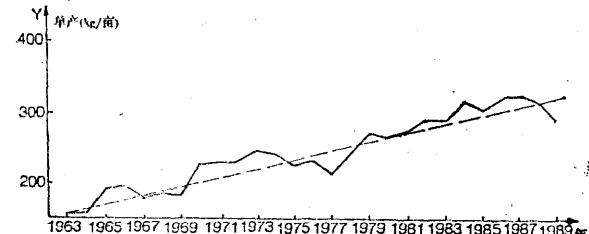
早稻单产可用公式表示为：

$$y = y_t + y_w + \Delta y$$

上式中 y 为单产(kg/亩)； y_t 是耕作技术因素引起的时间趋势产量； y_w 是气象产量，它可用 $y_w = \frac{y - y_t}{y_t} \times 100\%$ 表示； Δy 是由随机因素造成的误差，称之为随机噪音，可忽略不计。由点绘的江西省历年早稻单产曲线图(见附图)可看出，早稻单产是随时间平稳增加。采用线性处理后，得到时间趋势产量：

$$y_t = 314.10 + 12.06(N - 62)$$

上式中 N 为年代(取后两位数，如1987年 $N = 87$)；62为起始年代。产量资料来源于省统计局。



附图 江西省历年早稻单产变化曲线
(实线为实际单产；虚线为时间趋势产量)

*王绍武等《长期天气预报基础》

三、海温资料的处理

为了取得海温场整体信息，我们采用分区域海温距平的车贝雪夫多项式展开系数作为预报因子。首先将西北太平洋286个格点分为3个区，A区为黑潮区和加利福尼亚冷流区之间的广大海域($160^{\circ}\text{E}-130^{\circ}\text{W}, 10^{\circ}-50^{\circ}\text{N}$)，共135个格点，B区为黑潮区($125^{\circ}\text{E}-180^{\circ}, 15^{\circ}-30^{\circ}\text{N}$)，共48个格点，C区为赤道东太平洋海域($180^{\circ}-85^{\circ}\text{W}, 5^{\circ}\text{N}-10^{\circ}\text{S}$)，共80个格点。然后用二维车氏多项式展开3个区的海温距平场：

$$\hat{Z}_{k_0,0}(i, j) = \sum_{k=0}^{k_0} \sum_{s=0}^{s_0} A_{k,s} \cdot \varphi_k(i) \cdot \Psi_s(j) \quad (1)$$

$$A_{k,s} = \frac{\sum_{i=1}^{I_0} \sum_{j=1}^{J_0} [Z(i,j) \cdot \varphi_k(i) \cdot \Psi_s(j)] / [\sum_{i=0}^{I_0} \varphi_k^2(i)]}{\sum_{i=0}^{I_0} \Psi_s^2(j)} \quad (2)$$

$$\Sigma_{k_0,0} e^2 = \sum_{i=1}^{I_0} \sum_{j=1}^{J_0} [\hat{Z}_{k_0,0}(i,j) - Z(i,j)^2]^2 \quad (3)$$

上三式中 $\hat{Z}_{k_0,0}(i, j)$ 为矩形格点 (i, j) 处海温距平场 $Z(i, j)$ 拟合值， K_0, S_0 为式中多项式截止阶数； $A_{k,s}$ 为多项式 $\varphi_k(i) \cdot \Psi_s(j)$ 的车氏系数； $\Sigma_{k_0,0} e^2$ 表示残差平方和，各项车氏系数 $A_{k,s}$ 代表了海温距平场空间分布特征的权重。如 $A_{0,0}$ 代表了展开场的平均值。 $A_{0,1}$ 代表海温距平场自北向南线性变化权重， $A_{0,1} > 0$ 表示南大北小的分布。 $A_{0,2}$ 代表距平场纬向槽形分布的权重， $A_{0,2} > 0$ 表示距平场为南北向高、低、高分布。 $A_{1,0}$ 表示距平场自西向东线性变化的权重， $A_{1,0} > 0$ 表示距平场东高西低的空间分布。 $A_{2,0}$ 表示距平场经向槽形分布的权重， $A_{2,0} > 0$ 表示距平场为东西向高、低、高的分布。 $A_{1,1}$ 代表距平场的鞍型场分布权

重。其他的 $A_{k,s}$ 系数为更复杂的空间分布的权重。

一个场用车氏多项式展开，具有浓缩信息的作用。一个场的信息可只用少量的车氏系数就能够代表，这给我们的预报工作带来方便，如 A 区为 15×9 共 135 个格点，我们在 x 方向取 5 阶，y 方向取 6 阶，这样用 42 个系数就能够获取整个展开场 80% 的信息。B 区和 C 区我们分别取 (4, 3) 和 (6, 3) 的阶数，同样能达到展开场 80% 的信息。

四、早稻产量预报模式

将处理后的早稻产量资料 y_w 与海温的车氏展开后的因子进行逐步回归分析，建立了以下逐月产量预报模式。

1. 2月份前的北太平洋海温与气象产量的关系

$$\begin{aligned} y_w = & 0.2352 - 7.3434 \times (11B03) \\ & - 39.0193 \times (12B20) - 854.7548 \\ & \times (12C30) + 356.146 \times (02A21) \\ & + 1447.2376 \times (02A25) \end{aligned} \quad (4)$$

括号内因子前两位数为月份，英语字母为海温分区，后两位数为展开系数下标。例如 (11B03) 表示 11 月份 B 场第 0 列、第 3 行的展开因子，下同。回代检验和试报结果见附表。

2. 3月份前北太平洋海温与早稻气象产量的关系

$$\begin{aligned} y_w = & -0.174 + 1794.8341 \times (12A33) \\ & - 21.0763 \times (01A05) + 2714.2537 \\ & \times (02A25) - 1738.8887 (03C32) \end{aligned} \quad (5)$$

回代检验和试报结果见附表。

3. 4月份前北太平洋海温与早稻气象产量的关系

$$\begin{aligned} y_w = & -1.5203 - 1468.1504 \times (11A33) \\ & + 360.2189 \times (12A21) + 3781.719 \\ & \times (12A33) - 2311.1172 \end{aligned}$$

(下转第 51 页)

(上接第57页)

$$\begin{aligned} & \times (03A24) - 2069.3525 \\ & \times (03C32) + 5.3579 \times (04B01) \\ & \quad (6) \end{aligned}$$

回代检验及试报结果见附表。

4. 5月份前北太平洋海温与早稻气象产量的关系

$$\begin{aligned} \hat{y}_w = & -1.415 + 1126.5819 \times (09A24) \\ & + 1482.7087 \times (12A33) + 2.6463 \\ & \times (04B01) + 2083.5115 \times (05A35) \\ & + 4840.4551 \times (05C60) \quad (7) \end{aligned}$$

附表 逐月海温预报模式检验结果

预报模式	复相关系数	标准差	拟合率	试报年代	试报准确率
(4) 式	0.8253	1.89	19/23	1985~1990	5/6
(5) 式	0.8776	3.44	21/23	1985~1990	4/6
(6) 式	0.9524	2.29	22/23	1985~1990	5/6
(7) 式	0.9330	2.634	21/23	1988~1990	2/3

回代检验及试报结果见附表。

四、小结

用海温制作江西省早稻产量预报模式，自1989年投入业务使用以来，单产预报相对误差平均为2%。由于海温与农作物某一生育时段的天气条件的关系，特别是与作物产量有直接影响的灾害性天气有何联系，目前尚不清楚。因此在用海温制作江西早稻产量预报时，如果遇到明显的“低温冷害”、“高温逼熟”等农业气象灾害时，应根据灾害发生程度、范围加以订正。我们在这方面曾经做了一些分析研究工作，单产订正系数一般为±3—5%。例如，1988年江西省早稻灌浆成熟期出现了近10年来最严重的“高温逼熟”天气，使早稻产量受到明显影响，通过以往的分析研究，我们采用单产订正系数-5%，使单产预报相对误差仅有1%。