

晚稻单产动态预测方法研究

杨霏云 王建林

(国家气象中心,北京 100081)

摘要 晚稻单产与气象条件关系分析表明:气象要素是影响相邻两年晚稻单产变化的主要影响因素,尤其是气温和日照。根据业务服务的需要,提出利用晚稻主产省份的产量资料和代表站的旬平均气温、旬降水量和旬日照时数等气象资料,运用综合聚类原理,建立全国晚稻产量动态预报方法。此方法能够在晚稻播种一段时间后动态预测晚稻单产,具有简便、实用、准确率较高的特点,并且克服了常用回归方法在较短时间内筛选预测因子难的缺点,有一定的业务应用价值。

关键词 晚稻 综合聚类 动态产量预报

引言

我国开展作物产量气象业务预报服务已有十多年的历史,目前,预报对象的种类已达到 9 种(早稻、中稻、晚稻、冬小麦、玉米、棉花、大豆、油菜和全国粮食总产量),预报的基本方法是统计预报^[1],预报的时效一般在作物收获前 1~2 个月。我国加入 WTO 以后,现行的预报时效已经不能满足保障我国粮食安全的需要,开展动态滚动预报的迫切性越来越高,而目前产量预报的常用方法仍是统计回归,常用回归方法在作物收获前 1~2 个月能够较准确预测作物产量,但在短时间内有筛选预测因子难的缺点,用来作动态产量预报并不适合。近几年来利用作物模拟方法开展作物生长动态跟踪评价和产量预报的研究越来越多,作物模拟模型能够充分发挥监测和调控作物生长、预测产量的功能,在生产上发挥积极的作用。但由于建立作物模拟模型需包括很多的环境因素,同一作物在不同的生态区参数可能不同,同一生态区作物品种不同参数也不同^[2,3],要进行全国范围的产量预报,模型需要的有些数据还较难得到,因而在可靠性验证与有效性检验两方面都存在一定的困难,用来在业务服务工作中预测全国范围的作物产量尚不成熟。近些年来王秀珍等人^[4]进行了新疆冬小麦动态预报模式的研究,赵秀兰等人对秋

白菜进行了动态预报的研究^[5],但均在预测中利用了田间的实际观测资料,所用的方法或模型用来预测全国粮食作物的产量有一定困难。目前基于业务服务上的动态产量预报的研究较少,近几年王建林利用计算气候生产力的方法,建立了西北地区玉米产量的动态预报方法^[6],但该方法并不适用于灌溉农区;他于 2002 年利用相似聚类的方法动态预测了新疆部分地区棉花的产量,取得了较好的效果^[7]。

本文用常规农业气象资料,选取晚稻产量占全国总产量 2% 以上的省份(区),建立一种简便实用的晚稻产量动态预测方法,供业务服务使用。

1 资料来源与处理方法

所用资料为国家统计局公布的 1960~2002 年全国晚稻平均单产、种植面积和总产量,1991~2002 年全国各省(区)晚稻平均单产、种植面积和总产量;1961~2002 年全国 8 个晚稻主产省份(区)的 46 个气象观测站点的旬平均气温、旬降水量和旬日照时数。产量资料用式(1)处理,即

$$\Delta Y_i = (Y_i - Y_{i-1}) / Y_{i-1} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中 i 代表 1961~2002 年的任一年, $i-1$ 为第 i 年的前一年(下同)。 Y_i 和 Y_{i-1} 分别为第 i 年和第 $i-1$ 年晚稻平均单产, ΔY_i 为第 i 年与第 $i-1$ 年的单产增减百分率。气象资料用式(2)处理,即

$$X = \frac{1}{46} \sum_{m=1}^{46} x_m \tag{2}$$

式(2)中 X 为某个气象要素(旬平均温度、降水量、日照时数)的区域平均值, x_m 为 46 个代表站中第 m 个站的某个气象要素值。

2 晚稻的空间分布及站点的选取

图 1 是 1998 ~ 2002 年全国各省份(区)晚稻产量占全国总产量的平均百分比,本文选取总产量占全国总产量大于 2 % 的省份为主产省份(区),从中选取 46 个有代表性的气象观测站点(表 1),来做晚稻产量预测的研究。

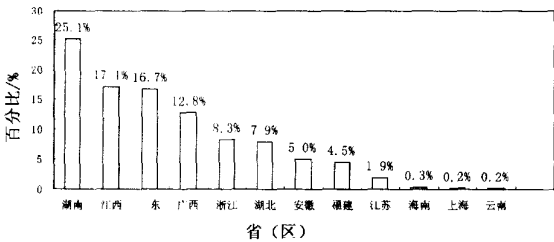


图 1 各省(区)晚稻产量占全国晚稻总产的比例

表 1 各省(区)所选站点

省(区)	站名(共 46 个)
安徽	合肥 安庆
湖北	天门 武汉
浙江	金华 衢州 丽水 黄岩
江西	宜春 吉安 赣州 景德镇 南昌 清江 南城
湖南	南县 常德 益阳 邵阳 武冈 零陵 衡阳
福建	浦城 南平 福州 连城 漳州
广东	连县 韶关 梅县 高要 南海 河源 海丰 阳江 徐闻
广西	桂林 河池 柳州 蒙山 桂平 苍梧 南宁 灵山 玉林 钦州

3 气象因子对晚稻单产的影响分析

作物的总产量取决于作物的种植面积和单位面积产量,种植面积主要由国家的政策和市场价格等因素决定;单位面积产量主要受土壤类型、作物品种、农业投入、环境气象因子等因素的影响。相邻两年间,土壤类型、作物品种、农业投入均相对较稳定,而据研究环境气象因子成为决定相邻两年间单位面积产量波动的主要影响因素^[1]。在各种气象因子中,影响作物生长进程的主要气象因子则是光、温、水。本文选取 1961 ~ 2002 年全国晚稻相邻两年单产增减百分率与晚稻生育期内(6 月上旬至 11 月上旬)的旬平均气温、旬降水量和旬日照时数进行相关分析,相关系数较为显著的因子详见表 2。

表 2 与单产增减百分率相关系数大于 0.20 的气象因子

	相关系数						综合相关系数
	6 月上旬	7 月中旬	7 月下旬	8 月上旬	8 月下旬	9 月下旬	
旬平均气温	- 0.29	0.27	0.21			0.20	0.48
旬降水量	0.21	- 0.34			- 0.22		0.47
旬日照时数	- 0.29	0.33		0.21	0.22	0.31	0.51

注:①信度 α 为 0.1 时 42 年样本的临界相关系数为 0.25;②信度 α 为 0.001 时 42 年样本的临界相关系数为 0.48。

虽然从单一旬来看,并不是所有的气象因子与晚稻单产的相关性都很高,气象条件对作物生长发育和产量的影响是一个连续的过程,单凭一句的气象条件对产量不可能起决定性的作用,某因子没有通过相关检验并不表示它对产量没有影响。因此将晚稻生育期内逐旬的平均气温、降水量与日照时数按式(3)处理后,再与单产增减百分率求相关。

$$X_i = \sum_{j=1}^{16} (y_j x_{ij}) \tag{3}$$

式(3)中 X_i 为 1961 ~ 2002 年任意一年晚稻生育期内某个气象要素的综合因子值(综合气温因子、综合降水或综合日照), y_j 为晚稻生育期内第 j 旬的某个气象要素与产量增减百分率的相关系数, x_{ij} 为第 i 年第 j 旬的平均气温、降水量或日照时数, $j = 1, 2,$

..., 16 分别表示 6 月上、中、下旬, 7 月上、中、下旬, ..., 11 月上旬, 共 16 旬。

由表 2 可看出,综合气温因子、降水因子和日照因子与单产增减百分率的相关系数分别达到 0.48、0.47 和 0.51,其中气温因子和日照因子通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验,由此说明晚稻生育期内的平均气温、降水量和日照时数(尤其是气温和日照)是影响相邻两年间晚稻单产的重要影响因子。

4 基本方法与原理

根据相似分析的原理,利用式(4)、(5)、(6)建立综合聚类指标^[4],找出历史上与预测年气象条件相类似的年型,来预测当年的单产增减百分率。

表 4 1993 ~ 2002 年全国晚稻单产增减百分率动态预测结果 (光温预测) %

	单产 kg/ h m ²	实际增减	7 月上旬		8 月上旬		9 月上旬		10 月上旬	
			预测值	误差	预测值	误差	预测值	误差	预测值	误差
1993	5617.4	5.3	5.2	0.1	7.1	1.8	7.4	2.1	3.1	2.2
1994	5741.9	2.2	8.7	6.5	4.9	2.7	2.0	0.2	1.3	0.9
1995	5856.2	2.0	8.9	6.9	7.8	5.8	6.8	4.8	2.0	0.0
1996	5684.9	- 3.0	2.6	5.6	0.6	3.6	2.1	5.1	1.3	4.3
1997	5579.1	- 1.8	4.1	5.9	0.7	2.5	3.1	4.9	0.1	1.9
1998	5760.0	3.2	12.1	8.9	5.1	1.9	7.0	3.8	10.2	7.0
1999	5724.0	- 0.6	1.9	2.5	- 2.1	1.5	- 3.2	2.6	- 1.6	1.0
2000	5459.6	- 4.6	5.4	10.0	7.3	11.9	5.1	9.7	7.1	11.7
2001	5605.6	2.7	2.6	0.1	5.8	3.1	- 1.1	3.8	1.4	1.3
2002	5368.4	- 4.3	5.6	9.9	1.9	6.2	- 1.9	2.4	- 1.9	2.4
预测准确率			94.4		95.9		96.1		96.7	
平均 :95.8										

6 结语

晚稻是我国主要粮食作物之一,通过研究气象因子和晚稻单产的关系,得出气温和日照是影响晚稻相临两年的单产增减的重要因素。本文运用旬平均温度和旬日照时数等资料,利用相似聚类的原理建立的全国晚稻单产动态预测方法,简便、实用,经检验其平均准确率可达 95 %以上,并且较好地实现了动态预测作物单产增减的目标,克服了常用回归方法在较短时间内筛选预测因子难的缺点,具有较好的业务应用价值。

但由于该方法是通过寻找相似年型来确定单产增减百分率的,所以当产量序列较短时预测结果准确率不高,而且如果历史上找到的相似年产量统计有误差时将直接影响预测结果。本文提出的方法也

可用来预测其它作物,但需根据各作物生长发育特性适当调整相似年型单产增减百分率的权重。

参考文献

1 王馥棠,李郁竹,王石立.农业产量气象模拟与模型引论.北京:科学出版社,1990.1 - 104
2 丰庆河,张建平,王向东,等.作物模拟研究的进展.河北农业大学学报,2002,25(z1):17 - 20
3 杨京平,王兆骞.作物生长模拟模型及其应用.应用生态学报,1999,10(4):501 - 505
4 王秀珍.冬小麦产量农学预报模式.新疆气象,1997,20(006):19 - 23
5 赵秀兰,刘多娇.秋白菜产量动态模式预报的研究.中国农业气象,1998,19(5):33 - 36
6 王建林,杨霏云,宋迎波.西北地区玉米产量动态业务预报方法探讨.应用气象学报,2004,15(1):51 - 57
7 王建林,宋迎波.棉花产量动态预测方法研究.中国棉花,2002,29(9):5 - 7

A Method for Dynamically Predicting Late Rice Yields

Yang Feiyun Wang Jianlin

(National Meteorological Center , Beijing 100081)

Abstract : The study of the relationship between weather conditions and the unit yield of late rice shows that weather factors , especially air te mperature and sunshine , are essential to the unit yield change of late rice for two years in succession . According to the needs of operational service , a method of forecasting dynamically the trends of the late rice yield for the whole country is presented , based on the theory of synthesize cluster analysis and such data as the late rice unit yields of the main planting provinces in China , average air te mperature and ten-day sunshine duration . The method can be used to dynamically predict the unit yield of late rice after having sowed for some time , being simple and practical and having high accuracy . It is difficult to screen out the predicting factors within a short time by using the common regression method ; therefore , this method is of better value in operational application .

Key words : late rice , synthesize cluster , dynamic yield prediction