

陇东黄土高原春末夏初旱的气候特征及预测模型^①

王位泰^②

(甘肃省庆阳地区气象局, 西峰 745000)

提 要

应用自然正交函数分解(EOF)方法,分析了甘肃省庆阳地区春末夏初干旱的综合评价指数 D_H 的空间分布特征及随时间演变规律;分析了春末夏初干旱对冬小麦和玉米产量的影响;应用逐步回归方法建立了春末夏初干旱的预测模型,业务使用效果良好。

关键词: 干旱 气候特征 预测模型

引 言

甘肃庆阳地区是半干旱雨养农业区,农业生产在其国民生产总值中占有 50% 左右的比重。水浇地不足耕地面积的 10%,粮食产量高低基本取决于自然赐与,“靠天吃饭”是本区农业生产的长期根本制约因素。众所周知,春末夏初(5月中旬~6月中旬),正值主要农作物冬小麦拔节、抽穗、扬花、灌浆和玉米拔节的关键发育时段,如果发生干旱就会延缓迟滞作物的发育过程,若遇到持续严重的大旱,则造成当年冬小麦、玉米等主要作物的大幅度减产。因此,研究分析春末夏初干旱的气候特征及其趋势预测,对农业年度布局决策具有十分重要的意义。

1 资料及方法

资料:选取 1968~1996 年庆阳地区 8 县(市)5月中旬~6月中旬蒸发量、干旱时段,降水量及前期 4月上旬~5月中旬降水量。

方法:用 EOF 方法分析春末夏初旱的空间分布特征及随时间演变规律,尽可能保留干旱原始场的主要信息,分析庆阳春末夏初的气候特点,为建立其较准确的预测模型提

供客观依据。

2 干旱指数经验模型

选择确定什么样的干旱指数模型,是准确客观分析大气及农业干旱状态的先决前提。以前较单一的干旱指数或业务规定标准,只能反映大气降水因子的单一变化影响,而对主要农作物的生育状态的影响机理探讨较粗浅,为弥补这一缺点,有人引入了土壤湿度因子,通过实际应用发现,存在较大随机误差,土壤湿度测定是定期进行的,一般是逢每旬 8 逢 3(加密)进行,若测墒前为干旱状态,则墒情较差,但测墒后有好雨出现,则作物缺水状态随之得到改善,甚而不旱,但据雨前测定的墒情计算得到的干旱指数极可能表征为干旱。为改进以上存在的问题,本文引入大气降水、作物需水与补给水分平衡机理,确定干旱经验强度指数 $D_H = A + B - C - D$ 。其中 A 为该时段(5月中旬~6月中旬)蒸发量相对变率,表征作物的蒸腾量,反映作物发育需水量, B 为该时段旱段的相对变率, C 为该时段降水的绝对变率,均表征大气干旱状态; D 为 4月上旬至 5月上旬降水的绝对变率,

① 基金项目:国家“九五”重点项目“我国短期气候预测系统研究”资助,课题编号:96-908-05-03

② 参加此项工作的还有李学文、郭江勇、吴爱敏和张红妮同志。

表征土壤贮水状态,若前期降水丰富,土壤贮水充足,既使春末夏初干旱少雨,作物供水条件良好,能正常生长。上述干旱(D_H)经验指数为较准确分析农业干旱,提供了一种客观评估方法。

3 春末夏初干旱频率空间分布

统计分析表明, $D_H \geq 2.0$ 能较好反映干旱事实,计算全区8站点历年 D_H 值,从干旱频率分布图(图略)反映出:最大频率中心出现在庆阳县境内。庆阳、环县、华池三县干旱频率值较大;东南部正宁县为次大值中心,反映出庆阳春末夏初干旱在空间分布上为3个区域,一是北部三县,靠近羊圈山,属于黄土丘陵沟壑区,多为山、台地;二是中部蒲河流域和马连河流域川地,董志塬及镇原、合水、宁县等地势相对平缓的地方;三是东南部的正宁县,东临子午岭西坡,南接陕西省旬邑县,降水变率相对较大。

4 干旱的气候分布特征

应用 EOF 方法对该时段降水量和综合干旱指数 D_H 场进行自然正交分析,发现干旱指数更能客观地展示本区春末夏初干旱状态。

4.1 空间分布特征

用 EOF 方法对全区 8 县市干旱指数 D_H 距平场进行分解,得出 D_H 指数第一特征值对应的特征向量场(图略)为同一分布,最大值在西峰,方差比为 68.1%,即庆阳地区近 70% 的春末夏初干旱具有空间分布上的同一性,且以西峰为代表中心点,这反映了大尺度大气环流的影响,干旱大范围发生的天气气候事实,因而以西峰为基本点,可客观指导庆阳春末夏初干旱监测服务。

第二特征值对应的特征向量分布(图略)特点是:环县、华池均为负值,庆阳接近 0 值,西峰、镇原、合水、宁县、正宁均为正值,方差比为 6.8%,累积方差贡献为 74.9%,即 6.8% 的北负、中南部正值的分布,表征了庆阳地区降水从东南向西北减少的气候背景。在该时段,若青藏高原南支气流活跃,北部降

水偏少易旱,中南部降水偏多则不早;若冷空气势力较弱,暖湿气流辐合偏北时,北部降水偏多不早,而中南部地方降水偏少易旱。应该注意,这种场分布特征主要表征了北部易旱的事实,因此在抗旱生产部署上,北部地方抗旱生产应常抓不懈。

第 3、第 4、第 5 特征值对应的特征向量场反映个别年份局地热对流降水对干旱的影响分布,在抗旱生产上指导意义不大。

4.2 干旱的年际变化特点

绘制干旱指数的 EOF 分解得出的第 1 个主要分量序列演变曲线(见图 1)。

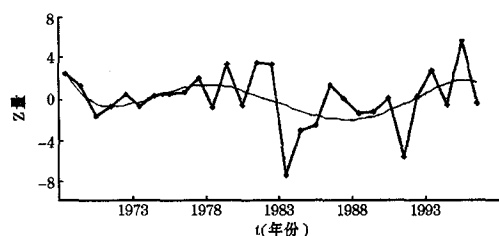


图 1 干旱指数第一时间系数 Z 演变曲线
粗线为 Z 曲线,细线为趋势曲线

分析发现:1970~1973 年未发生明显春末夏初旱,1974~1982 年干旱指数逐年跳跃增加,出现两年一旱现象,1983~1991 年,除 1986、1987 年发生明显干旱外,其余年份旱象不明显,值得注意的是从 1992 年开始又出现两年一旱的特点,且干旱频率增大,干旱程度加剧。从第一时间系数曲线总趋势看,1968~1982 年干旱频发,15 年中有 5 年 $Z \geq 2.0$;1983~1991 年,干旱相对轻微;而 1992~1998 年 7 年中就有 3 年 $Z \geq 2.0$,并出现极大值,干旱年份接近 50% 以上。这种旱情趋于严重的变化应引起决策及生产部门的足够重视。

5 春末夏初旱与春旱持续相连的气候特征

(1)春末夏初旱与春旱两旱相连的空间分布区域和尺度基本相同。以相邻 4 站及 4 站以上干旱的区域性干旱年份为标准,两旱相连,在区域分布上,县市一一对应(最多相差一站)频率为 17/18,连旱的区域和尺度几乎完全相同,在空间分布上基本一致。

(2)两旱相连在年际分布上亦基本一致。在不发生春季干旱的年份,也不发生春末夏初旱,出现区域性春旱的年份,都出现了春末夏初旱,揭露了干旱灾害无论在时间和空间分布上都具有较强的持续性特征。

6 春末夏初旱对农业生产的影响评估

6.1 干旱对冬小麦产量的影响

若以 ≥ 3 县(市)作为判断区域性春末夏初旱的标准,造成全区冬小麦减产的几率为9/18,出现增产年份频率亦为9/18;无区域性干旱发生,小麦增产年份几率为8/11,小麦减产年份为3/11。干旱对冬小麦产量影响的正例几率为17/29,表明春末夏初旱影响冬小麦几率超过50%,反例几率为12/29。在12年反例中,当年发生春末夏初旱,而前一年伏期降水偏多,土壤深层贮水增加,弥补了干旱影响,小麦增产;当年未出现春末夏初旱,但前一年伏秋发生干旱,土壤深层墒情较差,导致小麦减产。

6.2 干旱对玉米产量的影响

仍以 ≥ 3 县(市)春末夏初旱为区域性干旱标准,全区性干旱年玉米产量减产的频率为8/18,增产年份频率为10/18;无区域性干旱年,玉米增产年份频率为6/11,玉米减产频率为5/11。干旱对玉米产量影响的正例影响为14/29,表明春末夏初旱对全区玉米产量的影响几率小于50%,反例频率为15/29。在15年反例中,有8年是出现春末夏初的当年,伏期降水偏多,或无春末夏初旱,当年发生了伏旱,即后期的降水主导了玉米产量的形成;其余年份是出现春末夏初旱的前一年伏期或秋季降水偏多,土壤墒情较好;或虽未发生春末夏初旱,但前一年伏、秋干旱,土壤深层墒情较差,部分年份因各县(市)种植玉米面积分布与发生干旱的区域在空间分布上不匹配因素,即发生干旱县(市)玉米种植面积少,而未发生干旱或干旱较轻县市种植玉米面积较大。另外,随着近年抗旱配套措施的落实,相当一部分玉米及时得到水分补充,导致当年虽有干旱,而并不减产的事实。

7 干旱的预测模型

7.1 预报思路及预报因子筛选

(1)预报思路:从干旱指数的自然正交函数分解分析得出,庆阳地区的春末夏初旱在空间分布上以北、中、南三片为最突出分布特征,因而分别建立逐步回归预报模型。

(2)预报因子筛选:众所周知,干旱是时空尺度最大的灾害性天气气候异常事件,全区三片在筛选预报因子上是一致的,普查天气气候物理意义明确的环流背景及大气活动中心,按影响类别划分为4类因子:一是西太平洋副热带高压因子,分为面积指数、强度、脊线位置和西伸脊点;二是北半球极涡因子,分为中心和强度;三是环流指数因子,分为亚欧纬向、经向环流指数和亚洲纬向、经向环流指数;四是东亚大槽因子,分为位置和强度。按相关时效分为当年和上年因子,当年因子分为1、2和3月,上年因子分为2、4、5、6、7、9、10和12月,共计26个因子,其中正相关因子11个,相关系数0.2683~0.4738;负相关因子15个,相关系数-0.2531~-0.6983。

7.2 预报模型的建立

应用逐步回归方程最优选取方程因子的特点,按北、中、南三片分别建立预报方程。这里以北部片为例。

以环县样本为代表点,得到预报方程:

$$Y = 9.062 + 0.01X_7 - 0.47X_9 + 0.015X_{10} - 0.024X_{19} - 0.048X_{23}$$

式中 X_7 为上年2月西太平洋副高西伸脊点(遥相关性较好), X_9 为上年2月北半球极涡强度, X_{10} 为上年7月亚欧纬向环流指数, X_{19} 为上年4月东亚大槽强度, X_{23} 为上年10月环县平均气温。方差检验 $F_0 = 3.0, R = 0.9105, F_3 = 27.88$,通过信度0.01检验,以 $Y \geq 2.0$ 为旱,回代拟合率为89%。

7.3 预报模型的业务使用效果检验

预报模型1997年预报北、中、南三片均有春末夏初旱,实况三片均出现干旱;预报

(下转第41页)

(上接第 36 页)

1998 年三片均无春末夏初干旱, 实况三片均未出现干旱; 预报 1999 年三片均无春末夏初旱, 实况三片均未达到干旱标准; 2000 ~ 2001 年预报基本正确, 5 年来使用效果良好。

8 小 结

(1) 庆阳的春末夏初旱各地发生几率具有同一性分布特征, 影响范围广。其空间分布的主要特征是北、中、南三片分布; 其中北、南两片干旱几率大于中部片; 其年际分布近年来具有频发连旱的趋势; 春末夏初旱与春旱在时空分布上具有高度的同一性, 这在抗旱生产上有着十分重要的指导意义, 即如果

当年发生明显的春旱, 必须做好防御春末夏初旱的准备工作。

(2) 春末夏初旱对农业生产的影响冬小麦重于玉米, 即与作物收获期间隔期越短, 影响越大, 反之影响越小, 其它类型干旱影响因素增加。

(3) 副高西伸状态、北半球极涡中心及强度、东亚大槽强度及亚欧大气环流指数对庆阳春末夏初干旱具有综合影响。由于选取的预报因子天气气候物理意义清楚, 因此预测模型的业务使用效果良好。

Climatic Characteristics of Drought and Its Forecast Model in Late Spring and Early Summer in the Eastern Gansu Province

Wang Weitai

(Qingyang Meteorological Office, Gansu Province, Xifeng 745000)

Abstract

The temporal-spatial distribution of drought index D_H in late spring and early summer in the eastern Gansu Province is analyzed by EOF. The effect of drought on output of winter wheat and corn is also analyzed. Finally, a forecast model of drought index is developed with stepwise regression and it has better forecast results.

Key Words: drought index climate characteristic forecast model