

# 甘肃省近58 a 春末夏初旱变化特征 及其对夏粮的影响

林婧婧<sup>1,2</sup>, 申恩青<sup>1,2</sup>, 刘德祥<sup>1,2</sup>

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 兰州区域气候中心, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:**利用甘肃省80个气象观测站1951~2008年的5~6月历年降水量分析了春末夏初干旱的变化特征, 结果表明: 河西走廊西部和陇东北部是春末夏初旱的高发区, 河西走廊中东部、陇东大部、陇南东部是次高发区, 陇中、甘南和陇南西部为低发区。全省春末夏初旱出现频率和干旱范围在上世纪60年代至80年代呈减少趋势, 90年代至2008年为增加趋势。干旱站数占总站数的百分比与夏粮产量为显著负相关, 与夏粮受旱灾面积、粮食减产量为显著正相关。春末夏初降水量与夏粮产量为显著正相关。

**关键词:**甘肃省; 春末夏初旱空间分布; 春末夏初旱变化特征; 对夏粮的影响

**中图分类号:** P426.616

**文献标识码:** A

## 引言

甘肃省在全球气候变暖的背景下, 1995年以来全省春末夏初降水量总体呈减少趋势, 气温普遍呈显著升高趋势。由于气温升高, 蒸发量增大, 导致土壤水分蒸腾加快, 春末夏初旱出现频繁且呈增加趋势, 对甘肃农业和生态环境产生的不良影响, 引起了政府决策部门和公众的广泛关注。甘肃河东自1980年代中期开始至20世纪末, 平均气温升高, 降水持续偏少, 1990年代降水量减少最为明显, 干旱频繁发生, 对农业的负面影响增大<sup>[1-6]</sup>, 气候暖干化导致干旱灾害频繁发生, 农业受旱面积扩大, 对甘肃省农业产生不利影响<sup>[7-10]</sup>。甘肃省大部分地方为干旱和半干旱气候, 特别是河东雨养农业区, 既是气候变化敏感区, 又是生态环境脆弱带, 由于农作物生长所需的水分主要依靠自然降水, 农业生产对降水量的变化响应最为敏感。甘肃省的干旱主要有春旱、春末夏初旱、伏旱和秋旱, 由于这些干旱出现的时间不同, 对农业的影响也不同。研究表明甘肃的春旱频率1960年代至2008年呈增加趋势<sup>[11]</sup>。本文在研究春末夏初旱变化特征的基础上, 分析春末

夏初降水量与夏粮食产量、干旱站数占总站数的百分比与夏粮产量和夏粮受旱灾面积的关系。其目的是为了提提高干旱监测、预测和影响评估的能力, 为粮食安全生产、农业可持续发展、应对气候变化方案的实施、防旱减灾提供科学参考依据。

## 1 资料及方法

利用甘肃省80个气象观测站1951~2008年春末夏初(5~6月)历年降水量资料, 计算了降水量距平百分率。平均值根据世界气象组织规定用1971~2000年的资料计算。

春末夏初旱标准采用气象业务中常用的标准, 即5~6月降水量距平百分率-50%~-20%之间为轻旱; <-50%为重旱。将该时段某区域干旱站数占总站数的百分比在25%以上年份确定为区域性春末夏初旱。依据上述标准, 考虑到资料开始年份的一致性, 每个气象台站的春末夏初旱轻旱、重旱出现频率用1971~2008年资料计算。

利用《甘肃省农村年鉴, 2007》1978~2008年连续31 a 甘肃省夏粮总产量和夏粮播种面积序列资料计算单位面积产量, 分析春末夏初旱对全省夏粮

收稿日期: 2011-12-06; 改回日期: 2011-12-26

基金项目: 2009年中国气象局气候变化专项项目“西北极端干旱事件个例库及干旱指标数据集”资助

作者简介: 林婧婧(1984-), 女, 新疆精河县人, 助理工程师, 从事干旱气候变化与影响评估研究. E-mail: lin\_jingjing\_2003@126.com

产量的影响。

## 2 春末夏初旱的空间分布特征

甘肃省春末夏初旱发生的频率比较高,其频率在 20% ~ 55% 之间(图 1)。河西走廊西部和陇东北部是春末夏初旱的高发区,出现频率在 45% ~ 55% 之间;河西走廊中东部、陇东大部、陇南东部是次高发区,其出现频率为 30% ~ 45%;陇中、甘南和陇南西部为低发区,出现频率为 20% ~ 30%。

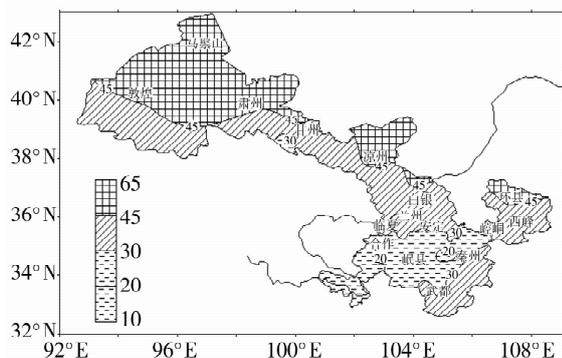


图 1 甘肃省 1971 ~ 2008 年春末夏初旱年频率(单位:%)

Fig. 1 The spatial distribution of frequencies about drought events occurred in late spring and early summer

河西走廊是灌溉农业区,作物依靠来自祁连山区河水灌溉,严重的春末夏初旱使来自祁连山区河水流量减少,影响对作物的适时灌溉,或灌溉量不足而形成干旱。河东是旱作农业区,农作物所需的水分主要依靠自然降水,是春末夏初旱对农业生产影响最严重的区域,严重的春末夏初旱往往影响小冬麦灌浆、春播作物的生长发育、春麦拔节抽穗以及大秋作物苗期生长,给农业生产造成严重影响。

## 3 春末夏初旱的年代际变化

### 3.1 春末夏初旱频率的年代际变化

全省 1960 年代春末夏初旱频率最大,1980 年代春末夏初旱频率最小;1960 年代至 1980 年代呈减小趋势;1990 年代至 2008 年春末夏初旱频率显示出增加现象(表 1)。各地 1960 年代春末夏初旱频率最大,1980 年代春末夏初旱频率最小;1960 年代至 1980 年代春末夏初旱频率为减小趋势;1990 年代至 2008 年除甘南牧区外为增加趋势。

表 1 甘肃省各年代春末夏初旱出现频率(单位:%)

Tab. 1 The frequency of regional late spring and early summer drought occurred in Gansu Province in each decade( Unit: % )

年代	全省	河西	陇中	陇东	陇南	甘南牧区和半牧区
1950s	67	89	67	44	44	-
1960s	80	80	70	60	60	60
1970s	70	70	70	60	60	40
1980s	40	70	50	30	30	30
1990s	50	60	40	40	40	30
2000 ~ 2008 年	56	67	44	56	56	22

### 3.2 春末夏初旱范围的年代际变化

全省 1951 ~ 2008 年春末夏初旱站数占总站数的百分比(简称干旱范围)随时间的变化为较显著的 3 次多项式变化趋势(图 2),相关系数  $R^2 = 0.0553$ 。1950 年代初至 1960 年代末干旱范围为增大趋势,出现大范围春末夏初旱的年份比较多;1970 年代初期至 1990 年代中期为减小趋势,其中 1980 年代中初期至 1990 年代中期春末夏初多数年份是小范围的干旱;1995 ~ 2008 年为增加趋势。

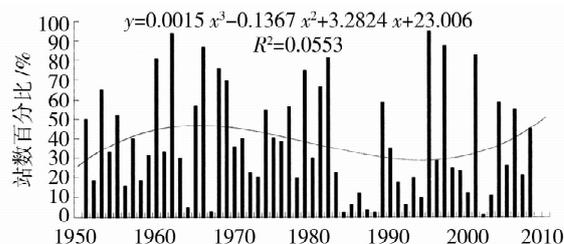


图 2 甘肃省 1951 ~ 2008 年春末夏初旱站数占总站数的百分比历年变化(单位:%)

Fig. 2 The yearly variation of the percentage of stations where occurred drought event in late spring and early summer to the total stations in Gansu Province from 1951 to 2008( Unit: % )

河西和陇南春末夏初旱范围随时间的变化为较显著的 3 次多项式变化趋势(图略),相关系数  $R^2$  分别为 0.0449 和 0.0470。1950 年代初至 1960 年代末干旱范围为增大趋势,1970 年代初期至 1990 年代中期为减小趋势,1995 ~ 2008 年为增加趋势。

陇中和陇东春末夏初旱范围随时间的变化为 3 次多项式变化趋势(图略),相关系数  $R^2$  分别为 0.0314 和 0.0141,显著性较差。1950 年代初至 1960 年代末干旱范围为增大趋势,1970 年代初期至 2008

年为减小趋势。

全省春末夏初旱范围年代际变化,在1950年代春末夏初旱范围比较小,1960~1980年代呈减少趋势,1980年代干旱范围最小,1990年代至2008年春末夏初旱范围有扩大的现象(表2)。全省各地在1950年代春末夏初旱范围比较小,1960~1980年代各地春末夏初旱范围呈减少趋势,1980~1990年代各地呈增加趋势,陇中和陇南呈减少趋势,在1990年代至2008年呈增加趋势,其中河西和甘南牧区为减少趋势。

表2 甘肃省各年代春末夏初旱站数  
占总站数百分比的平均值(单位:%)

Tab.2 The mean value of the percentage of stations where occurred drought event in late spring and early summer to the total stations in Gansu Province in each decade(Unit:%)

年代	全省	河西	陇中	陇东	陇南	甘南牧区和半牧区
1950s	36	43	34	28	39	-
1960s	53	62	47	52	54	42
1970s	40	44	44	39	39	24
1980s	29	33	36	27	21	18
1990s	35	56	27	31	29	20
2000~2008年	35	44	30	34	39	13

## 4 春末夏初旱对夏粮的影响

### 4.1 气候产量的计算

甘肃省1978~2008年夏粮单位面积产量随时间的变化呈显著的正相关(图3),其相关系数为0.

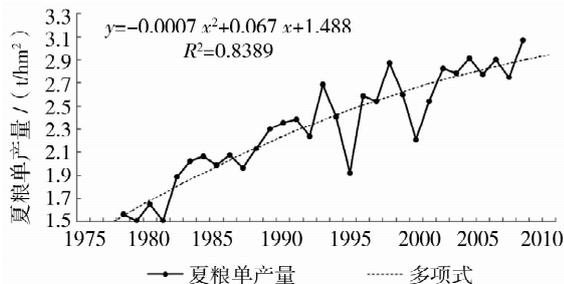


图3 甘肃省1978~2008年夏粮单位面积产量的历年变化

Fig.3 The yearly variation of the summer grain yield in Gansu Province from 1978 to 2008

909,显著性水平0.001。近31 a来夏粮单位面积产量随时间的变化为线性增加趋势(称为趋势产量)。单位面积趋势产量主要是人为因素起决定作用,概括起来主要有作物品种的质量、抗灾能力、农业耕作技术应用和提高、农业生产要素、田间管理、合理的灌溉和施肥,以及农业工程技术的应用等。单位面积气候产量的计算公式<sup>[12]</sup>为 $Q = S - Y$ ,式中 $S$ 为实际单位面积产量, $Y = -0.0007 X^2 + 0.067 X + 1.488$ 为单位面积趋势产量, $X$ 为年份。

### 4.2 春末夏初旱对夏粮产量的影响

甘肃省1978~2008年全省春末夏初干旱站数占总站数的百分比与夏粮气候产量之间的历年变化为显著的负相关(图4),其相关系数为-0.3659,显著性水平超过了0.05。干旱范围大的年份夏粮产量相对少,干旱范围小的年份夏粮产量相对多。

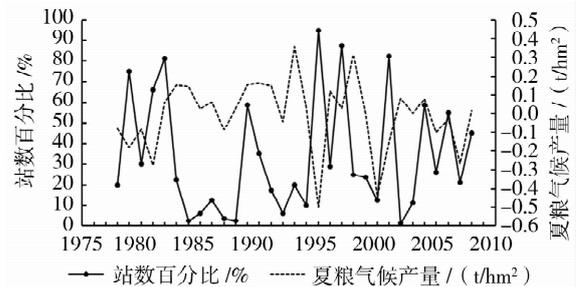


图4 甘肃省1978~2008年春末夏初旱站数占总站数百分比和夏粮气候产量的变化

Fig.4 The yearly variations of the percentage of the stations where occurred drought event in late spring and early summer to the total stations and summer grain climate yield during 1978-2008 in Gansu Province

甘肃省1978~2008年全省春末夏初干旱站数占总站数的百分比与夏粮受旱面积之间的历年变化为显著的正相关(图略),其相关系数为0.5527,显著性水平超过了0.01。干旱范围大的年份夏粮作物受旱面积相对大,干旱范围小的年份夏粮作物受旱面积相对小。

甘肃省1978~2008年全省春末夏初干旱站数占总站数的百分比与因干旱灾害造成的粮食减产量之间的历年变化为显著的正相关(图略),其相关系数为0.5771,显著性水平超过了0.01。干旱范围大的年份夏粮因干旱灾害造成的粮食减产量多,干旱范围小的年份夏粮因干旱灾害造成的粮食减产量少。1995年以来严重的春末夏初旱造成的粮食减产量有增加的现象。

甘肃省 1978 ~ 2008 年春末夏初降水量距平百分率和夏粮气候单位面积产量之间的历年变化为显著的正相关(图略),其相关系数为 0.3587,显著性水平超过了 0.05。春末夏初降水量多的年份夏粮单位面积产量比较高,降水量特别少的年份夏粮单位面积产量很低。显示出春末夏初降水量比常年偏少导致的干旱灾害,是影响甘肃夏粮单位面积产量减少的主要原因。春末夏初是夏粮作物生长的需水关键期,严重的干旱往往影响小麦的产量和质量。

1990 年代以来旱灾频繁,旱情严重,1995 年、1997 年、2000 年是近 8 a 中干旱最严重年份,对农业、水资源、生态环境的影响最大<sup>[13-14]</sup>,其中干旱时段主要出现在春末夏初(5 ~ 6 月)的有 1995 年和 1997 年。在图 4 中,1995 年的相关性最为明显,旱区覆盖全省广大地区,是有气象记录以来干旱覆盖范围最大,旱情最严重的一年,站数百分比达到 95%,夏粮气候产量为近 70 a 最低(-0.50 t/hm<sup>2</sup>)。1995 年以来严重的春末夏初旱造成的夏粮作物受旱灾面积有增加的现象。如 1995 年、1997 年和 2000 年全省出现大范围严重的春末夏初旱,夏粮作物受旱灾面积分别为 208.74 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>、150.41 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>、162.23 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,粮食减产量分别为 150.0 × 10<sup>4</sup> t、111.0 × 10<sup>4</sup> t、114.2 × 10<sup>4</sup> t。

以上分析看出,春末夏初旱是影响夏粮安全生产的主要气象灾害之一,大范围的春末夏初旱对夏粮产量的影响是十分明显的,春末夏初大范围的降水量偏少,导致大范围的干旱灾害发生,使全省夏粮作物大范围受灾,大幅度减产。尤其 1995 年以来严重的春末夏初旱发生频率有增加的现象,造成夏粮作物受旱灾面积和粮食减产量都有增加的现象。

#### 4.3 对策建议

甘肃大部分地方为干旱和半干旱气候,特别是河东雨养农业区,既是气候变化敏感区,又是生态环境脆弱带,农业作物对气候变化的响应最为敏感,由于冬小麦具有抗旱和耐冷害性强、产量高、品质好的特点,适当扩大适宜种植区,对提高产量和农民经济效益比较有利。河西灌溉区春小麦种植面积呈减少趋势,河西适当加大适宜种植喜温作物的范围,尤其是经济效益明显的玉米种植,在干旱时段及时供水有利于提高产量。

## 5 小结

(1)河西走廊西部和陇东北部是春末夏初旱的高发区,河西走廊中东部、陇东大部、陇南东部是次高发区,陇中、甘南和陇南西部低发区。

(2)全省春末夏初旱 1960 年代至 1980 年代呈减少趋势,1990 年代至 2008 年为增加趋势,尤其是 1995 年以来大范围、严重的春末夏初旱有增加的现象。

(3)春末夏初旱是影响夏粮产量的主要气象灾害之一。春末夏初旱站数占总站数的百分比与夏粮产量为显著负相关;与夏粮受旱灾面、粮食减产量之间为显著正相关,显著性水平都超过了 0.05。

#### 参考文献:

- [1] 李栋梁,魏丽,蔡英,等. 中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望[J]. 冰川冻土,2003,25(2):135-142.
- [2] 宋连春,张存杰. 20 世纪西北地区降水量变化特征[J]. 冰川冻土,2003,25(2):143-148.
- [3] 刘德祥,董安祥,邓振镛. 中国西北地区气候变暖对农业的影响[J]. 自然资源学报,2005,20(1):1-7.
- [4] 刘德祥,董安祥,陆登荣. 中国西北地区近 43 年气候变化及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(2):195-200.
- [5] 刘德祥,董安祥,邓振镛. 中国西北地区近 43 年降水资源变化对农业的影响[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(4):179-184.
- [6] 宁惠芳,林婧婧,陈佩璇. 甘肃省气候暖化与农业干旱灾害的联系[J]. 干旱气象,2010,28(2):198-201.
- [7] 刘德祥,董安祥,薛万孝. 气候变暖对甘肃农业的影响[J]. 地理科学进展,2005,24(2):49-57.
- [8] 刘德祥,赵红岩,董安祥. 气候变暖对甘肃夏秋季作物种植结构的影响[J]. 冰川冻土,2005,27(6):806-811.
- [9] 杨小利,尹东. 近 50 年平凉地区气候变化及其对农业生产的影响[J]. 气象,2001,27(5):16-18.
- [10] 刘德祥,白虎志,宁惠芳,等. 甘肃不同强度降水日数变化对干旱灾害的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(2):212-217.
- [11] 林婧婧,申恩青,刘德祥. 甘肃省近 58 年春旱的气候特征及其对农业的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(1):233-237.
- [12] 尹东,费晓玲,马胜萍. 甘肃省粮食产量气候年景评判方法[J]. 农业系统科学与综合研究,2002(3):219-224.
- [13] 瞿汶,刘德祥,杨苏华. 甘肃省 1994 ~ 2001 年极端干旱气候特征研究[J]. 干旱气象,2010,28(2):198-201.
- [14] 瞿汶,刘德祥,杨苏华. 甘肃省 1994 ~ 2001 年极端干旱气候特征研究[J]. 甘肃气象,2003,21(1):11-15.

(下转第 99 页)

