

李红梅, 范建忠. 关中夏玉米生育期气象干旱特征分析 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 1-5.

文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0001-05

关中夏玉米生育期气象干旱特征分析

李红梅, 范建忠

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘要: 利用 1971—2012 年宝鸡、泾阳、武功、长安、临潼、渭南、大荔 7 个地面气象观测站点逐日降水、标准化降水指数 (I_{SP30} 、 I_{SP60} 、 I_{SP90})、和相对湿度指数 (I_{M30}) 计算关中夏玉米生育期逐日有效降水和改进的综合气象干旱指数, 采用趋势分析、滑动 t 检验及相关数理统计法分析了近 42 a 关中夏玉米生育期干旱时空分布特征。结果表明: 夏玉米生育期有效降水量总体表现出不稳定性, 播种至出苗有效降水变化量最大; 20 世纪 90 年代初夏玉米生育期有效降水发生由多到少的突变, 2002 年出现由少到多的转变; 7 月上旬至 8 月下旬是夏玉米干旱多发时段; 轻旱发生频率最高, 为 51.7%, 发生频率随着干旱等级加重而逐渐降低; 20 世纪 90 年代是干旱多发且较为严重阶段, 干旱过程累积强度高, 且持续时间长, 进入 21 世纪以后有减少趋势; 关中西部干旱日呈减少趋势, 东部呈增加趋势, 有效降水量与干旱日变化相反, 关中西部有效降水量呈增加趋势, 东部有减少趋势。

关键词: 夏玉米; 有效降水; 干旱日; 干旱累积强度; 分布特征; 关中

中图分类号: S423

文献标识码: A

关中是陕西粮食主产区, 主要实行夏玉米—冬小麦轮作制。关中夏玉米生育期一般在 6 月上中旬至 9 月下旬, 该时段高温多雨, 光照和热量条件相对稳定, 降水量在 191~405 mm, 但关中 90% 的站点该时段的降水量远低于夏玉米的需水量 (390~490 mm)^[1]。加之受高温蒸散和降水时空分布不均的影响, 干旱成为关中夏玉米生长季的主要农业气象灾害。近年来关于关中夏玉米的研究多侧重于玉米栽培技术^[2-3]、节水增产^[4-5]和施肥^[6], 对玉米生育期干旱研究仍为空白。结合有效降水和改进的综合气象干旱指数 I_{cnew} 分析关中夏玉米干旱时空分布特征, 旨在加深对关中夏玉米生育期干旱发生规律的认识, 为夏玉米生产提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源

数据采用关中 7 个代表站点 (宝鸡、泾阳、

武功、长安、临潼、渭南、大荔) 1971—2012 年逐日降水资料、逐日 30 d、60 d 和 90 d 标准化降水指数 (I_{SP30} 、 I_{SP60} 、 I_{SP90}) 和 30 d 相对湿度指数 (I_{M30}), 1985—2012 年夏玉米生育期观测资料。其中, 降水和玉米生育期观测数据源于陕西省气象信息中心, 标准化降水指数和相对湿度指数数据源于国家气候中心。

1.2 方法

1.2.1 玉米生育期的划分 根据关中夏玉米生育期观测资料求算其各生育阶段平均生育期。关中夏玉米播种在 6 月上中旬, 播期及出苗好坏受播前底墒影响明显, 5 月下旬至 6 月上旬有效降水量对播种出苗尤为关键。苗期怕涝不怕旱, 适当缺水可促进壮苗形成, 根系深扎, 利于增强玉米后期抗旱能力。进入拔节期玉米耗水量逐渐增加, 完全进入生殖生长期后玉米耗水处于高峰期, 需水量最大^[7-8], 后期需水量逐渐减少。虽

收稿日期: 2014-10-27

作者简介: 李红梅 (1984—), 女, 陕西富县人, 学士, 工程师, 从事干旱综合监测与农业气象应用研究。

基金项目: 陕西省科学技术研究发展计划项目 (2014k13-09)

然关中东部和西部夏玉米生育期早晚略有差异,但各生育期大致时段相同。鉴于此,将关中夏玉米生育期划分为4个阶段:播种—出苗(6月7日—20日)、出苗—拔节(6月21日—7月20日)、拔节—抽雄(7月21日—8月10日)、抽雄—成熟(8月11日—9月30日)。

1.2.2 有效降水量和 I_{cnew} 指数的计算 有效降水量指旱地作物满足作物蒸发蒸腾所需要的降水量(不包括径流量、蒸发量和深层渗漏量)^[9-10],通常指自然降水量实际补给到作物根部土壤的净降水量。按单日降水量大于10 mm为有效降水,分别统计各站点夏玉米生育期有效降水,分析有

效降水的变化及对夏玉米干旱的影响效应。

改进的综合气象干旱指数 I_{cnew} 是在原有综合气象干旱指数 I_{c} 的基础引入 I_{SP60} ,并根据季节对变量系数进行调整。公式为^[11]

$$I_{\text{cnew}} = a I_{\text{SP30}} + b I_{\text{SP60}} + c I_{\text{SP90}} + d I_{\text{M30}}, \quad (1)$$

式中 a, b, c, d 为系数,5—10月各系数分别取0.25、0.2、0.2、0.35;11月—次年4月取0.2、0.35、0.25、0.2。 $I_{\text{cnew}}、I_{\text{c}}$ 与20 cm土壤相对湿度的相关系数分别为0.85和0.8,总体相关性均通过了0.01的显著性水平检验,但 I_{cnew} 与土壤相对湿度的相关性明显好于 I_{c} ,所以采用 I_{cnew} 作为干旱检验指标,干旱等级划分标准见表1。

表1 I_{cnew} 干旱等级划分

干旱类型	无旱	轻旱	中旱	重旱	特旱
I_{cnew} 等级划分	$-0.6 < I_{\text{cnew}}$	$-1.2 < I_{\text{cnew}} \leq -0.6$	$-1.8 < I_{\text{cnew}} \leq -1.2$	$-2.4 < I_{\text{cnew}} \leq -1.8$	$I_{\text{cnew}} \leq -2.4$

$I_{\text{cnew}} \leq -0.6$ 即为干旱日^[12]。 I_{cnew} 连续10 d ≤ -0.6 即为1个干旱过程,过程开始日为 I_{cnew} 达到轻旱以上等级的首日。干旱发生期连续10 d无旱表示干旱过程结束,结束日为 I_{cnew} 最后一次达到无旱的日期。开始日至结束日为干旱持续时间,某站点干旱过程内所有 $I_{\text{cnew}} \leq -0.6$ 的值之和即为该站点干旱过程的累积强度,其值越小表示干旱过程越强^[13]。某一等级干旱发生频率为该等级干旱发生年占全部统计年的比例。

2 结果与分析

2.1 夏玉米生育期内有效降水量特征分析

1971—2012年,关中夏玉米生育期平均降水量为307.2 mm,平均有效降水量为236.5 mm,占生育期降水量的77%。如表2所示,各生育

期有效降水的最大、最小值年际差较大,其中抽雄—成熟期年际差达235 mm。全生育期有效降水变异系数小于各生育阶段,播种—出苗期有效降水变化最大,变异系数为1.14,其次是抽雄—成熟期。夏玉米全生育期及各生育阶段的有效降水总体表现出不稳定性。

图1为关中夏玉米生育期有效降水量滑动 t 检验。取序列长度为 $n_1 = n_2 = 10$ 时,近42 a关中夏玉米生育期有效降水 t 统计量有两处超过0.01显著性水平检验,即存在2个突变点。一个为1992年 ($t = 3.127$),说明玉米生育期有效降水在20世纪90年代初经历了由多到少的变化;另一个为2002年 ($t = -3.125$),说明夏玉米生育期在2002年附近发生了由少到多的突变。

表2 1971—2012年关中夏玉米生育期有效降水量统计特征

生育期	平均值 /mm	最大值 /mm	最小值 /mm	标准 差/mm	变异 系数
全生育期	236.5	427.0	98.5	81.4	0.34
播种—出苗	12.3	53.1	0.0	14.0	1.14
出苗—拔节	57.8	125.2	5.8	39.6	0.51
拔节—抽雄	58.9	130.9	11.1	28.4	0.48
抽雄—成熟	77.5	243.7	8.3	47.7	0.62

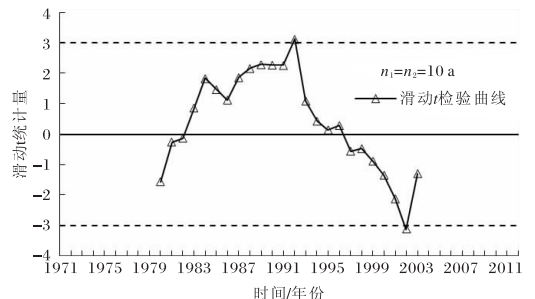


图1 1971—2012年关中夏玉米生育期有效降水滑动 t 检验曲线

由图 2 可见，42 a 间，关中夏玉米生育期内有效降水呈增加趋势，气候倾向率为 3.34 mm/10 a，但变化趋势不显著，未通过 0.05 水平信度检验。夏玉米生育期内有效降水的年际波动较大，最大值为 2003 年的 426 mm，最小值为 1977 年的 99 mm，相差 337 mm。关中夏玉米生育期有效降水平均占生育期总降水的 75.8%，最多为 87.2%（1998 年），最低为 63%（2001 年），有 22 a 低于平均水平，时间多集中在 20 世纪 80 年代中后期至 2008 年，表明这一时期是关中夏玉米生育期有效降水量较少时期，这与赵强等^[14]研究结论一致。

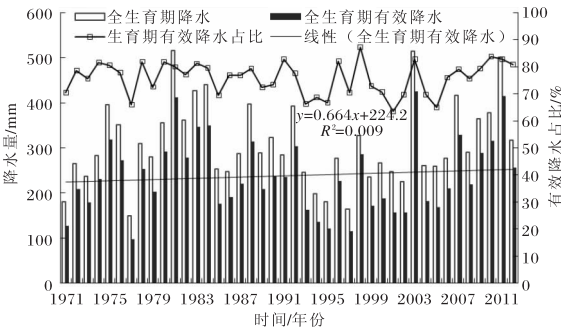


图 2 1971—2012 年关中夏玉米生育期降水及有效降水年际变化

2.2 夏玉米生育期干旱特征分析

2.2.1 干旱频率和干旱日 按 I_{cnew} 分级标准对各站夏玉米生育期干旱发生频率进行统计发现（表略），夏玉米各生育期轻旱发生频率最高，平均为 51.7%，随着干旱等级的加重，发生频率相应降低，中旱平均发生频率为 18.2%，重度以上干旱为 7.7%。从关中夏玉米生育期干旱日统计（表 3）来看，出苗—拔节期、抽雄—成熟期两个阶段年均干旱日相对较多，播种—出苗期干旱日较少。

表 3 1971—2012 年关中夏玉米生育期干旱日统计 d

干旱等级	播种—出苗	出苗—拔节	拔节—抽穗	抽雄—成熟	全生育期
轻旱	1.9	7.7	3.9	9.6	23.0
中旱	0.5	1.2	0.8	2.2	4.7
重旱	0.3	1.2	0.4	1.3	3.2
合计	2.7	10.1	5.1	13.0	30.9

由图 3 可见，关中夏玉米干旱日总体呈略微下降趋势，20 世纪 90 年代初至 21 世纪初是玉米气象干旱多发时段，且在 90 年代中期达到峰值。中度以上干旱日与总干旱日的年际变化特征大致相同，80 年代处于低值期，90 年代急剧增加，进入 21 世纪以后有减少趋势。

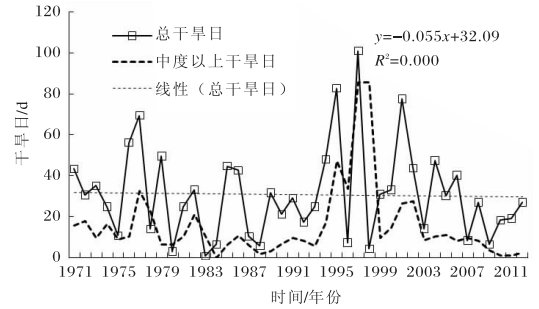


图 3 1971—2012 年关中夏玉米生育期干旱日年际变化

比较关中夏玉米生育期有效降水和干旱日的年际变化率（表 4）发现，关中西部夏玉米生育期有效降水呈增加趋势，关中东部呈减少趋势。而干旱日与有效降水量呈明显负相关 ($r = -0.83$)，关中西部干旱日呈减少趋势，关中东部则呈增加趋势。

表 4 1971—2012 年关中夏玉米全生育期有效降水和干旱日变化趋势率

站点	有效降水/ (mm/10 a)	干旱日数/ (d/10 a)
宝鸡	8.2	-1.7
武功	10.0	-2.1
泾阳	-3.2	3.0
长安	17.1	-5.0
临潼	-1.7	1.1
渭南	-6.0	-0.4
大荔	-11.2	0.8

2.2.2 干旱过程及强度变化 由表 5 可见，关中夏玉米发育初期和后期干旱过程相对较少，7 月上旬至 8 月下旬（拔节至开花期）干旱过程较多。42 a 间，7—8 月的每旬干旱过程都在 12 次以上，此阶段正是玉米营养生长和生殖生长并进阶段，玉米对水分需求量最大且较为敏感^[7]，也

正值一年中温度最高、蒸散较快的时期^[15]，有效降水不能满足玉米耗水需求，干旱便随之发生。随着玉米生长后期对水分需求的减少，有效降水可以满足玉米耗水需求，干旱过程也随之减少。

表 5 1971—2012 年关中夏玉米生育期
各旬干旱过程统计 次

时间/旬	6 月	7 月	8 月	9 月
上	5	12	12	11
中	10	14	14	9
下	11	14	12	5

由图 4 可见，夏玉米生育期干旱过程累积强度在 20 世纪 70 年代至 80 年代末呈缓慢减弱趋势，90 年代初开始呈明显增强趋势，20 世纪 90 年代是 42 a 间干旱发生最严重时段，进入 2000 年以后干旱强度逐渐减弱。干旱过程持续时间与干旱过程累积强度呈明显负相关 ($r = -0.949$)。在干旱强度最强时段干旱过程持续时间也最长，都在 40 d 以上，进入 21 世纪后干旱过程持续时间呈明显减少趋势。

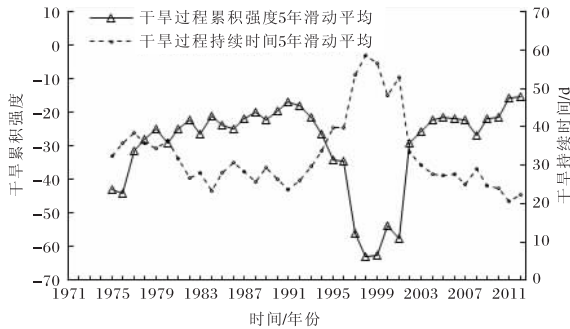


图 4 1971—2012 年关中夏玉米生育期干旱过程
累积强度和持续时间 5 年滑动平均曲线

3 结论

(1) 1971 年—2012 年，关中夏玉米各生育阶段有效降水量最大、最小值年际相差较大。播种—出苗有效降水变化量最大，变异系数为 1.14。各生育阶段有效降水量总体表现出不稳定性。20 世纪 90 年代初关中夏玉米生育期有效降水经历了由多到少的突变，2002 年附近出现了

由少到多的转变。

(2) 关中夏玉米生育期轻旱发生频率最高，平均为 51.7%，随着干旱等级加重，发生频率逐渐降低。出苗—拔节期、抽雄—成熟期是整个生育期干旱日出现较多的时期。20 世纪 90 年代是干旱多发时段，进入 21 世纪以后有减少趋势。关中西部干旱日呈减少趋势，东部呈增加趋势。有效降水量与干旱日变化相反，关中西部有效降水量呈增加趋势，东部有减少趋势。

(3) 夏玉米生育期内干旱多发于 7 月上旬至 8 月下旬（拔节—开花期），发育初期和后期较少。夏玉米生育期干旱累积强度在 20 世纪 80 年代后期呈明显增强趋势，90 年代是 42 a 间关中夏玉米干旱发生最严重阶段，干旱过程累积强度高，且持续时间长，都在 40 d 以上。

(4) 影响作物干旱的因素较多，除了气象因子还有土壤、作物品种等等。 I_{new} 虽然对原有综合气象干旱指数做了改进，也仅考虑了气象要素，所以用来反映夏玉米生育期干旱有一定不足，今后将从作物干旱指标或作物耗水机理方面做进一步研究和探讨。

参考文献：

- [1] 中国主要农作物需水量等值线图协作组. 中国主要农作物需水量等值线图研究 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 39-47.
- [2] 高瑞景, 孟继宏, 康建恩. 关中夏玉米区陕单 308 高产栽培技术研究 [J]. 西北农业学报, 2007, 16 (5): 84-88.
- [3] 赵建兴, 王荣成, 翟军海, 等. 关中灌区夏玉米条带深旋高产栽培技术 [J]. 中国农技推广, 2013, 29 (7): 22-26.
- [4] 张柏治, 殷格侠, 张学. 关中灌区小麦、玉米高产节水灌溉的几个指标确定 [J]. 水土保持通报, 2009, 29 (5): 142-145.
- [5] 陈新明, 张学. 关中经济区小麦玉米节水增产高效试验研究 [J]. 节水灌溉, 2003 (3): 8-10.
- [6] 徐会善, 侯喜萍, 吴卫国, 等. 咸阳市夏玉米平衡施肥及施肥模式探讨 [J]. 陕西农业科学, 2011, 57 (6): 111-114.
- [7] 任鸿瑞, 罗毅. 鲁西北平原冬小麦和夏玉米耗水

马昕. 2014年初许昌市两次持续性大雾天气过程分析 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 5-9.

文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0005-05

2014年初许昌市两次持续性大雾天气过程分析

马 昕

(许昌市气象局, 河南许昌 461000)

摘 要: 利用常规气象资料和 $NECP1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料对 2014 年 1 月 14—18 日和 1 月 30 日—2 月 2 日两次持续性大雾天气过程进行了诊断分析。结果表明: 两次过程均存在平流雾、辐射雾以及平流-辐射雾, 高空冷空气入侵南下是两次大雾天气结束的原因; 大雾期间, 高空环流形势较为稳定, 地面气压梯度较小, 大气层结存在不同程度的逆温, 有上干下湿的特征; 当有辐射雾出现时, 地面受均压场控制, 风速为 1~3 m/s, 整层均为西北气流; 有平流雾时, 地面受单一气压场控制, 风速为 4~6 m/s, 特别是低层存在暖湿气流的输送, 近地面存在弱辐合上升, 对流层中层存在弱辐散下沉; 能见度与温度露点差基本存在同位相变化, 与相对湿度存在显著的反位相变化。

关键词: 持续性大雾天气; 平流雾; 辐射雾; 要素特征; 许昌市

中图分类号: P458.11

文献标识码: A

雾是近地面空气中悬浮的大量水滴或冰晶微粒的乳白色集合体, 当水平能见度 ≤ 1 km 时称为雾。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高, 城市大气污染加剧, 大气中气溶胶粒子增多, 并聚集在近地面层, 大部分气溶胶粒子成为雾滴的凝结核, 使得雾滴密度增大^[1]; 另一方面, 大雾又加剧城市的大气污染, 对工业、农业

和人类身体健康等造成重大影响。大雾作为一种灾害性天气一直受到广泛关注, 对于大雾生消机理、演变规律和预报技术的研究有不少成果。李子华等^[2]、宋润田等^[3]针对大雾不同发展阶段温、压、风及湿度条件, 在雾的边界层结构和物理特性上进行了较为详尽的分析, 揭示出冬季雾生消的重要特点。王丽荣等^[4]通过对河北中南部

收稿日期: 2015-04-06

作者简介: 马昕 (1990—), 女, 河南许昌人, 硕士, 助理工程师, 主要从事天气预报及应用气象服务。

基金项目: 河南省科技发展计划项目 (122102310583); 许昌市科技发展计划项目 (1103009)

- 量的试验研究 [J]. 灌溉排水学报, 2004, 23 (4): 37-39.
- [8] 杨兴国, 刘宏谊, 傅朝, 等. 甘肃省主要农作物水分供需特征研究 [J]. 高原气象, 2004, 23 (6): 821-827.
- [9] 王晓东, 马晓群, 许莹, 等. 淮河流域主要农作物全生育期水分盈亏时空变化分析 [J]. 资源科学, 2013, 35 (3): 665-672.
- [10] 李勇, 杨晓光, 叶清, 等. 1961—2007 年长江中下游地区水稻需水量的变化特征 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (9): 175-183.
- [11] 李红梅, 王钊, 高茂盛. CI 指数的改进及其在陕西的适用性分析 [J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33 (3): 260-266.
- [12] 刘可群, 李仁东, 刘志雄, 等. 基于 IC 指数的湖北干旱及其变化特征分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21 (10): 1274-1280.
- [13] GB/T 20481—2006 气象干旱等级 [S].
- [14] 赵强, 严华生. 近 48 年陕西夏季降水场的时空变化特征 [J]. 陕西气象, 2012, (3): 15-17.
- [15] 耿蔚. 四川地区可利用降水分析 [J]. 高原山地气象研究, 2013, 33 (3): 83-86.