

白晓英,马筛艳,梁奇琛,等. 咸阳 30 年土壤湿度变化特征及影响因子分析[J]. 陕西气象,2024(2):50-53.

文章编号:1006-4354(2024)02-0050-04

咸阳 30 年土壤湿度变化特征及影响因子分析

白晓英^{1,2},马筛艳^{1,2},梁奇琛¹,李四虎¹,李化龙³

(1. 陕西省咸阳农业气象科学研究所,陕西咸阳 712034;

2. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016;

3. 陕西省农业遥感与经济作物气象服务中心,西安 710014)

摘要:利用陕西省咸阳国家一级农业气象试验站 1992—2021 年的土壤湿度资料,采用线性评估、回归分析等方法分析了咸阳 30 a 来土壤湿度在自然状态下的变化规律。结果表明:三个层次土壤湿度均呈现明显下降趋势,0~10 cm 年平均土壤湿度的变化趋势率为 $-0.99\%/10\text{ a}$,20~30 cm 为 $-1.03\%/10\text{ a}$,40~50 cm 为 $-0.87\%/10\text{ a}$;各季节三个层次土壤湿度也呈下降趋势,其中春季降幅最大,其次为冬季、夏季,秋季降幅最小。0 cm 土壤解冻有推迟趋势,平均变化趋势率 $-2.92\text{ d}/10\text{ a}$;0 cm 土壤冻结有提早趋势,平均变化趋势率为 $-1.81\text{ d}/10\text{ a}$ 。土壤湿度影响因子中,气压、降水量与土壤湿度成正相关,地温、气温与土壤湿度成负相关;某些年份在降水量增加的前提下,由于地面温度和地温增加的影响,也会造成土壤湿度下降。

关键词:土壤水分;变化规律;影响因子;咸阳市

中图分类号:S16

文献标识码:A

土壤湿度是生态环境的重要组成部分,其变化影响气候变化、农业生产及植被研究,具有重要的作用。陕西省咸阳农业气象试验站是国家一级农业气象试验站,该站采用常规的烘干称重法进行长期的土壤湿度观测,截至目前已积累了超过 30 a 的土壤湿度资料,其中固定地段土壤湿度测量能够很好地反映关中平原单点近 30 a 土壤湿度在自然状态下的变化特征。在土壤湿度的科研领域,研究内容多集中在测量方法和土壤湿度与气候关系方面^[1],研究同一地点长时间序列土壤湿度变化规律的比较少,主要原因是资料相对欠缺。本站按照中国气象局《农业气象观测规范》观测得到的资料非常珍贵,总结整理这些资料,科学研究咸阳 30 a 土壤湿度变化规律,进而探讨对其具有影响的温度、降水、气压等气象因素的作用,探索其相互间的关系,是秦岭及黄土高原生态环境动态评估的重要部分,对于西北地区粮食生产、

气候变迁、生态环境改善等国计民生问题有重要的参考意义。

1 资料和方法

1.1 资料来源

土壤湿度采用咸阳国家一级农业气象试验站 1992—2021 年 30 a 农业气象观测资料^[2],即固定观测地段每旬逢 8 日测定的土壤湿度观测资料^[3]。因为测站在 1991 年从泾阳县迁站至咸阳市渭城区,所以资料采用了迁站后 30 a 的资料。

1.2 方法

1.2.1 土壤湿度计算方法 土壤湿度统一用土壤质量含水率表示^[4]:土壤质量含水率= $[\text{土壤含水量}(\text{g})/\text{干土质量}(\text{g})]\times 100\%$ 。将每年 12 个月(冬季冻土深度大于 10 cm 至春季冻土深度 10 cm 解冻时段除外),每月逢 8 日三次取样测定的土壤湿度资料,按 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm 三个层次,分别求平均,得到各层次全年平均值,作

收稿日期:2023-02-03

作者简介:白晓英(1973—),男,汉族,陕西咸阳人,高工,从事农业气象观测及试验研究。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2021G-24)

为该层次该年土壤湿度值;将每年春、夏、秋、冬季的三个层次土壤湿度分别求平均,得到每年各季节的土壤湿度平均值。其中 3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月—次年 2 月为冬季。

采用统计分析法、线性倾向估计法等对咸阳市近 30 a 来的土壤湿度资料变化特征进行分析。

1.2.2 土壤湿度影响因素分析 采用回归分析法,对影响土壤湿度变化的地温、气温、降水及气压等因素及其各自影响作用进行分析。

2 结果分析

2.1 土壤湿度变化特征

2.1.1 10、30、50 cm 土壤质量含水率年变化

1992—2021 年咸阳土壤质量含水率年变化趋势如图 1 所示,30 a 来咸阳各个层次年平均土壤质量含水率呈明显降低的变化趋势。0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm 年平均土壤质量含水率的变化趋势率分别为 $-0.99\%/10\text{ a}$ 、 $-1.03\%/10\text{ a}$ 、 $-0.87\%/10\text{ a}$ 。0~10 cm 年平均土壤质量含水率最大值为 18.27%,出现在 1993 年;最小值 12.04%,出现在 2012 年。20~30 cm 年平均土壤质量含水率最大值为 19.04%,出现在 2003 年;最小值 10.32%,出现在 2019 年。40~50 cm 年平均土壤质量含水率最大值为 19.16%,出现在 2003 年;最小值 10.02%,出现在 2019 年。

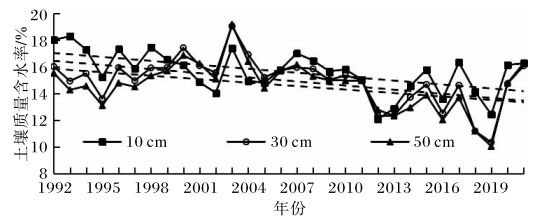


图 1 1992—2021 年咸阳 10、30、50 cm 土壤质量含水率年变化趋势图

2.1.2 10、30、50 cm 四季土壤质量含水率年变化

1992—2021 年咸阳春、夏、秋、冬四季土壤质量含水率年变化趋势如图 2 所示。30 a 来,咸阳各个层次四季土壤质量含水率平均值均呈现明显降低的变化趋势,各个季节有所差异。春季 0~10 cm 年平均土壤质量含水率的变化趋势率为 $-1.80\%/10\text{ a}$,20~30 cm 为 $-1.80\%/10\text{ a}$,40~50 cm 为 $-1.61\%/10\text{ a}$ 。夏季 0~10 cm 年平均土壤质量含水率的变化趋势率为 $-0.38\%/10\text{ a}$,20~30 cm 为 $-0.70\%/10\text{ a}$,40~50 cm 为 $-0.73\%/10\text{ a}$ 。秋季 0~10 cm 年平均土壤质量含水率的变化趋势率为 $-0.39\%/10\text{ a}$,20~30 cm 为 $-0.33\%/10\text{ a}$,40~50 cm 为 $-0.01\%/10\text{ a}$ 。冬季 0~10 cm 年平均土壤质量含水率的变化趋势率为 $-0.80\%/10\text{ a}$,20~30 cm 为 $-0.78\%/10\text{ a}$,40~50 cm 为 $-0.66\%/10\text{ a}$ 。其中春季土壤质量含水率降幅最大,其次为冬季、夏季,秋季降幅最小。

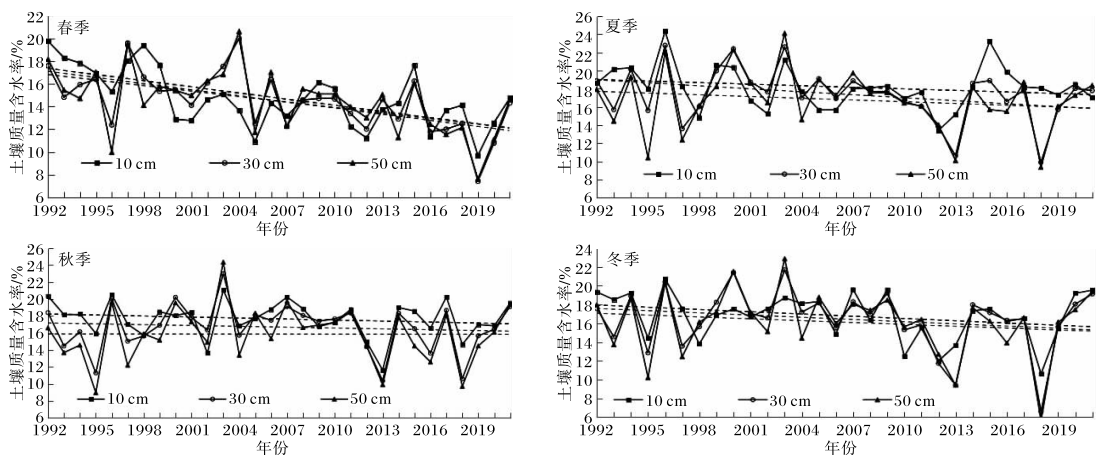


图 2 1992—2021 年咸阳 10、30、50 cm 土壤质量含水率四季年变化趋势图

2.1.3 最干、最湿月份土壤质量含水率年变化

1992—2021 年月平均土壤质量含水率为 15.2%,6 月最小为 13.0%,11 月最大为 17.5%。也就是

6 月为最干月,11 月为最湿月。最干月和最湿月土壤质量含水率年变化趋势如图 3 所示。可以看出,30 a 来各个层次土壤质量含水率平均值在这

两个月也呈现明显的降低的变化趋势。6月0~10 cm土壤质量含水率的变化趋势率为 $-0.56\%/10\text{ a}$,20~30 cm为 $-1.00\%/10\text{ a}$,40~50 cm为 $-1.07\%/10\text{ a}$ 。11月0~10 cm土壤质量含水率

的变化趋势率为 $-0.57\%/10\text{ a}$,20~30 cm为 $-1.09\%/10\text{ a}$,40~50 cm为 $-0.64\%/10\text{ a}$ 。最湿月土壤质量含水率降幅略大于最干月。

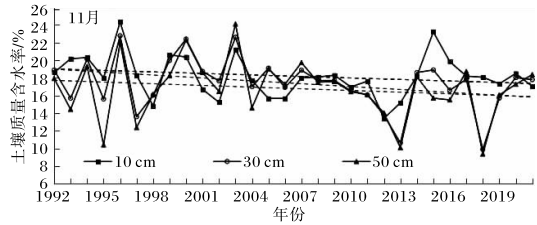
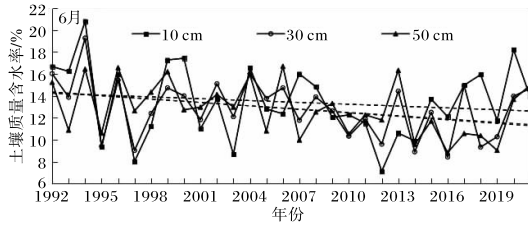


图3 1992—2021年咸阳6月和11月10、30、50 cm土壤质量含水率年变化趋势图

2.2 0 cm土壤解冻及冻结出现日期年变化

土壤解冻及冻结与土壤湿度测定有一定关系^[5]。根据资料及图4分析:30 a来咸阳土壤0 cm解冻出现日期呈推迟趋势,变化趋势率为 $2.92\text{ d}/10\text{ a}$;0 cm解冻最早出现在1月1日,最晚

出现在2月18日。咸阳土壤0 cm冻结出现日期呈提早趋势,变化趋势率为 $-1.81\text{ d}/10\text{ a}$;0 cm冻结最早出现在10月31日,最晚出现在12月17日。这些极值的变化对农业生产种植及农作物病虫害防治有一定的参考作用。

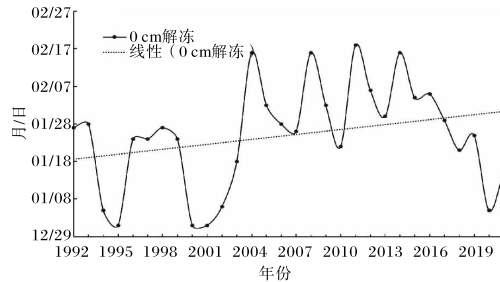
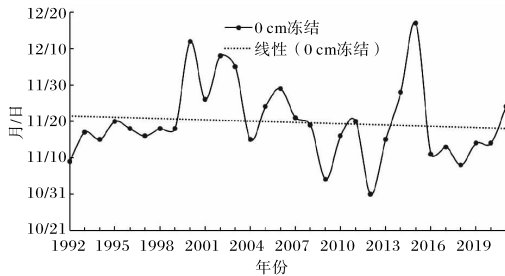


图4 1992—2021年咸阳土壤0 cm解冻及冻结出现日期变化趋势图

2.3 影响土壤湿度变化趋势的气象要素

为分析影响30 a土壤湿度变化趋势的气象要素^[6],计算了10 cm年平均土壤湿度与当地同时期对应的平均气压、平均海平面气压、平均气温、平均最高气温、平均最低气温、极端最高气温、极端最低气温、平均2 min风速、地面平均温度、地面月平均最高温度、地面月平均最低温度、地面极端最高温度、地面极端最低温度、平均5 cm地温、平均10 cm地温、平均15 cm地温、平均20 cm地温、降水量等18个气象因子的相关性^[7],表1为土壤湿度与不同气象要素的相关系数($P \leq 0.05$)。可以看出,地面温度、气温与土壤湿度呈负相关,其中地面温度相关系数最高,为 -0.643 ,相对于平均气温,地面温度对土壤湿度的相关性更为显著;气压、降水量与土壤湿度呈正相关^[8]。

表1 咸阳10 cm土壤湿度与不同气象要素的相关系数

气象因子	Pearson 相关系数	显著水平(P)
地面平均温度	-0.643	0.000
平均5 cm地温	-0.615	0.000
平均15 cm地温	-0.603	0.000
平均10 cm地温	-0.593	0.001
平均20 cm地温	-0.569	0.001
地面月平均最高温度	-0.516	0.004
平均气压	0.497	0.005
平均海平面气压	0.495	0.005
平均最高气温	-0.438	0.015
年降水量	0.418	0.021
平均气温	-0.389	0.033

对表1中11个气象要素与土壤湿度数据进

行逐步回归分析,建立土壤湿度与气象因子的拟合模型为

$$W = -1.123 - 3.643T_g + 1.198R + 3.063T_a \quad (1)$$

式中, W 为 10 cm 年平均土壤质量含水率,单位为%; T_g 为 15 cm 地温年平均值,单位为 $^{\circ}\text{C}$; R 为年降雨量,单位为 mm; T_a 为气温年平均值,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。其统计特征: $R^2 = 0.6175$, $F = 13.99 \geq F_{0.05}$, $n = 30$ 。表明方程(1)基本可以反映出土壤湿度的多年变化趋势。

值得一提的是,近 30 a 咸阳气象站气温变化趋势率为 $0.462^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$,而 5 cm 和 15 cm 地温变化趋势率分别为 $0.685^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ 和 $0.494^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$,地温变暖幅度大于气温变暖幅度,地温变暖趋势对土壤湿度逐年降低趋势的影响更大。

图 5 为土壤质量含水率和年降水量年变化曲线。一般来说:当年降水量较大,土壤湿度也明显较大;年降水量较小,土壤湿度也随之减小。虽然 30 a 间咸阳降水量呈现了增加的趋势,变化趋势率为 $70.29 \text{ mm}/10 \text{ a}$,但是由于降水量在各个月分配不均匀,年降水量^[9]和年平均土壤湿度不一定完全同步变化。降水量增加时,由于地面温度和地温增加的影响,某些年份仍会造成土壤湿度下降。

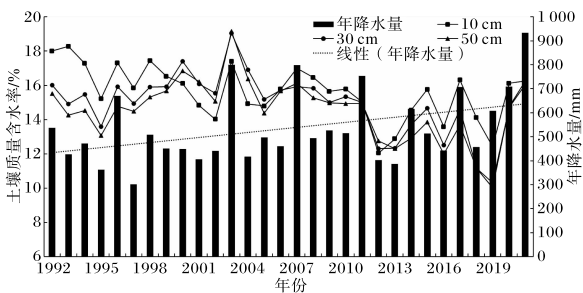


图 5 1992—2021 年咸阳土壤质量含水率与年降水量变化趋势图

3 结论与讨论

(1) 从 1992—2021 年咸阳 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm 各层次土壤湿度年平均值均呈现明显下降趋势;四个季节 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm 各层次土壤湿度也分别呈下降趋势;其中春季降幅最大,冬季、夏季次之,秋季最小。

(2) 咸阳各月 30 a 土壤湿度平均值最小为 6 月,最大月为 11 月。这 2 个月份各层次土壤湿度 30 a 间也呈现下降趋势。

(3) 咸阳 1992—2021 年 0 cm 土壤解冻有推迟趋势,0 cm 土壤冻结有提早趋势。

(4) 影响土壤湿度的因子中,年降水量、气压与土壤湿度成正相关,年降水量和土壤湿度相关明显;地温、气温与土壤湿度成负相关,其中地温对土壤湿度的变化影响更为显著。

(5) 土壤湿度的变化规律还可以从更多的角度进行研究和探索;影响土壤湿度变化的机理也非常复杂,其影响因子的数量和每一个因子的作用,有待于更多的后续研究来进一步揭示。

参考文献:

- [1] 管晓丹,程善俊,郭瑞霞,等. 干旱半干旱区土壤湿度数值模拟研究进展[J]. 干旱气象,2014,32(1): 135-139.
- [2] 黄健,成秀虎. 农业气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,1993:76.
- [3] 白晓英. 土壤水文物理常数测定应注意的几个问题[J]. 陕西气象,2016(5):26-28.
- [4] 高蓉,陈少勇,董安详. 西北地区东部耕作层土壤湿度近 22 年变化分析[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(6):186.
- [5] 杨小利,王劲松. 西北地区季节性最大冻土深度的分布和变化特征[J]. 土壤通报,2008,39(2):238-243.
- [6] 林杰,陈效民,张勇. 气候变化与土壤湿度关系的研究进展[J]. 土壤通报,2012,43(5):1271-1275.
- [7] 计舒怀. 1961—2020 年河南省气候变化及其对气候生产力的影响[J]. 陕西气象,2022(6):42-47.
- [8] 姬莉雯,王增武,崔林林,等. 近 30 年红碱滩水体时空动态变化遥感监测研究[J]. 陕西气象,2023(1): 41-49.
- [9] 孙义,蒋跃林. 淮北地区不同降水年型下土壤湿度变化规律及与冬小麦产量关系研究[J]. 安徽农学通报,2011(11):195-198.