

不同土地利用类型的土壤水分变异特征以及模型预测分析

——以甘肃省定西市安家沟流域为例

陈荣 鱼海霞

定西市水土保持科学研究所, 甘肃 定西 743000

[摘要]为明确不同土地利用类型土壤水分含量的特征变化, 利用安家沟流域内 2005-2018 年监测的土壤含水量数据资料, 对不同土地利用类型土壤含水量的对比分析以及对不同土地利用类型土壤含水量进行多元线性拟合预测, 为土壤墒情掌握以及区域植被种植与土地利用提供科学合理的依据。结果表明, 1) 在选取的五种土地利用类型条件下, 其土壤含水量的总体均值变化为沙棘地>农用地>撂荒地>人工草地>油松地; 2) 通过变异系数计算分析表明, 变异系数的变动可能体现了样方不同土地利用类型条件下年内土壤含水量的变化特征, 以及所受其他因子的影响程度; 3) 试图利用时间序列分解预测分析方法, 对不同土地利用类型状态下土壤含水量数据预测, 由拟合模型直观分析得出土壤含水量的长期变化预测多项式拟合程度对周期性分析较好, 其他几个因子如样方变动因素 (S)、周期变动因素 (C)、不规则变动因素 (I) 的准确计算是预测结果值精确的必要条件。

[关键词]土壤含水量; 土地利用类型; 特征; 回归分析; 安家沟流域

DOI: 10.33142/hst.v3i3.1966

中图分类号: S158

文献标识码: A

Soil Water Variation Characteristics and Model Prediction Analysis of Different Land Use Types ——Taking Anjiagou Watershed in Dingxi City, Gansu Province as an Example

CHEN Rong, YU Haixia

Dingxi Scientific Research Institute of Soil and Water Conservation, Dingxi, Gansu, 743000, China

Abstract: In order to make clear the characteristic change of soil moisture content of different land use types, using the data of soil moisture content monitored in 2005-2018 in Anjiagou watershed, the comparative analysis of soil moisture content of different land use types and the multiple linear fitting prediction of soil moisture content of different land use types are carried out, so as to grasp the soil moisture content and regional vegetation planting and land use provide scientific and reasonable basis. The results show that: 1) under the conditions of the five selected land use types, the overall average change of soil moisture content is hippophae rhamnoides land> agricultural land> abandoned land> artificial grassland> pinus tabulaeformis land; 2) the calculation and analysis of the coefficient of variation shows that the variation of the coefficient of variation may reflect the characteristics of the change in soil moisture content and the influence of other factors during the year under different land use types; 3) try to use the time series decomposition prediction analysis method to predict the soil water content data under different land use types. The long-term change prediction polynomial fitting degree of soil water content is better for periodic analysis, and other factors such as sample change factor (s), cycle change factor (c), and the irregular variation factor (I), is a necessary condition for accurate prediction results.

Keywords: soil moisture content; land use type; characteristics; regression analysis; Anjiagou watershed

土壤含水量是土壤水分的重要指标, 土壤含水量的变化对土壤的特性、植被生长状况及其分布格局等地域生态系统有着重要的影响^[1]。基于不同土地利用类型对土壤水分的垂直变异以及时间变化分析有助于区域植被植入与土地利用效率的提升, 而且土壤水分对整个地球系统的水文变化的重要性一直是人们关注的问题之一^[2]。黄土高原作为生态环境脆弱的区域, 土壤水分在整个生物过程中的作用就显得尤为重要; 不同土地类型的规划与利用, 有助于土地资源的优化配置。因此, 研究不同土地利用类型与土壤水分的变异特征与关系具有一定的现实意义。通过了解土壤水分状况, 掌握不同土地利用方式下土壤水分动态及水分利用效率, 对于改善黄土丘陵区的环境有着极为重要的意义。

1 研究区概况

安家沟流域位于定西市凤翔镇, 涉及永定、安家坡两个村, 地处东经 104° 38' 13" ~104° 40' 25", 北纬 35° 33' 02" ~35° 35' 29"。该流域是黄河流域祖厉河水系关川河的一条小支沟。流域面积 8.56km²。海拔 1900~2250

m, 相对高差 350m, 平均坡降 86%。流域内有两条主要沟道: 一条为马家岔沟, 全长 3.48km, 另外一条为安家沟, 全长 3.2km。

2 研究内容与方法

选取定西市安家沟流域近十年的 30 个径流小区作为样方进行监测, 依据不同土地利用类型——撂荒地、油松、沙棘、农地和人工草地的土壤含水量; 借助预测模型时间序列分解法、时间序列平滑预测法、灰色预测法进行预测。

3 结果与分析

3.1 同土地利用类型土壤含水量变化

在 2005 年~2018 年间, 撂荒地、油松、沙棘、农地和人工草地的五种不同土地利用类型状态下, 数据分析表明, 撂荒地土壤含水量总体均值水平为 10.75%; 油松林地 10.09%; 沙棘林地 11.07%; 农业用地为 10.97%; 人工草地为 10.55% (沙棘地>农用地>撂荒地>人工草地>油松地); 表明近十年土壤含水量均值的变化以沙棘地、农业用地的土壤含水量较高, 而油松林地的土壤含水量最低。沙棘林地的含水量较高是因为植被覆盖以及地表枯枝等对地表的覆盖, 减少地面蒸发增加土壤表层的持水保墒能力^[3]; 而油松林地郁闭度较低, 林下植被量少, 水分蒸发较大^[4]; 农作物的耗水量一般低于乔灌木^[5]。

3.2 不同土地利用类型土壤含水量的年内变化

不同土地利用类型土壤含水量的变化, 与降水量、植被在不同生育期内的耗水特点、土壤蒸发等因素有关。因此, 土壤含水量的变化与植物生长规律以及当地气候特点共同作用的结果。

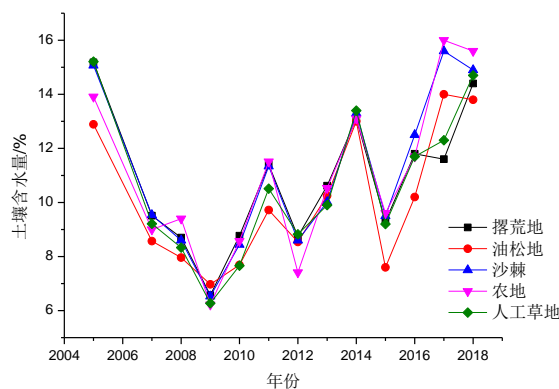


图 1 不同土地利用类型均值土壤含水量年际变化

从同一土地利用类型的不同样方来看 (如图 2 所示), 在撂荒地所测样方间的土壤含水量在 2005 年的样方 13 所有被测土壤含水量均低于样方 14 与样方 15; 其中样方间的变异系数样方 13 (CV=0.37) > 样方 14 (CV=0.32) > 样方 15 (CV=0.25); 表明所测数据的离散程度在样方 13 较大, 有可能受其他因素的影响较大。在撂荒地 2018 年的样方 13、14、15 间所测的土壤含水量整体趋势稳定, 但其变异系数所表明的变化与 2005 年具有一致性。

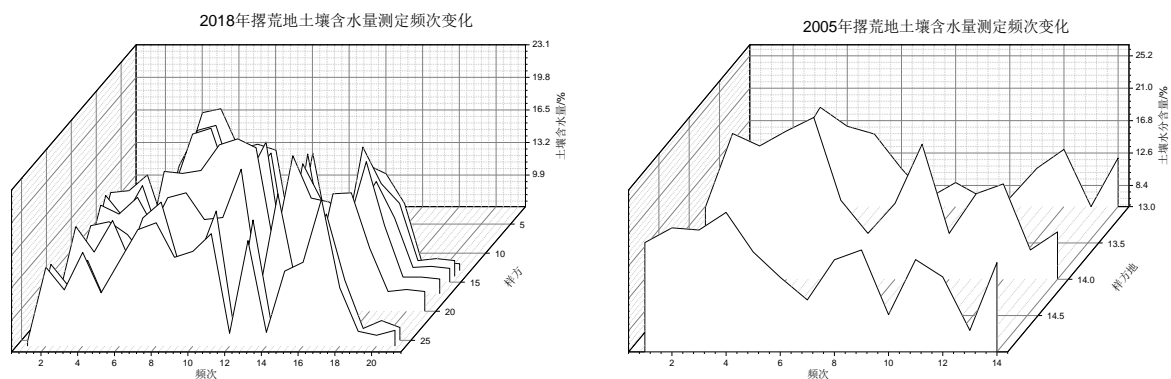


图 2 2005 年与 2018 年撂荒地样方土壤含水量测定频次变化

在油松地所测样方间的土壤含水量在 2005 年的样方 7、8、10 所有被测土壤含水量趋于一致；其三个样方的变异系数 (CV=0.26)；表明所测数据的离散程度较小，即在油松地样方间土壤含水量变化稳定；在 2018 年的样方 7、8、10 间所测的土壤含水量在样方 7、8，较为稳定，而在样方 10 较大；表明在 2018 年的油松样方受其他不确定因素的影响。

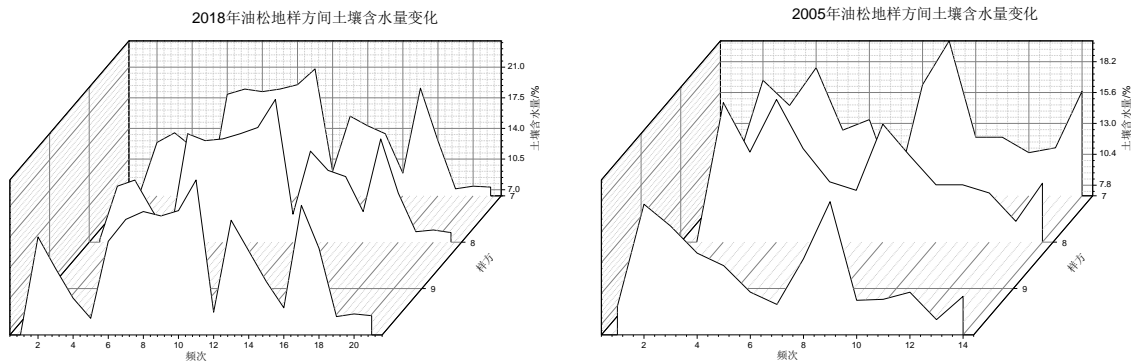


图3 2005年与2018年油松地样方土壤含水量测定频次变化

在沙棘地所测样方间的土壤含水量在 2005 年的样方 3、6、9、17 所有被测土壤含水量变化不明显；样方的变异系数分布于 0.30~0.24 之间；在 2018 年的样方 3、6、9、17 间所测的土壤含水量在样方 6、9 较为稳定，而在样方 3、17 较大；样方的变异系数分布于 0.32~0.37 之间；表明所测数据的离散程度较小，即在沙棘地样方间土壤含水量变化稳定。

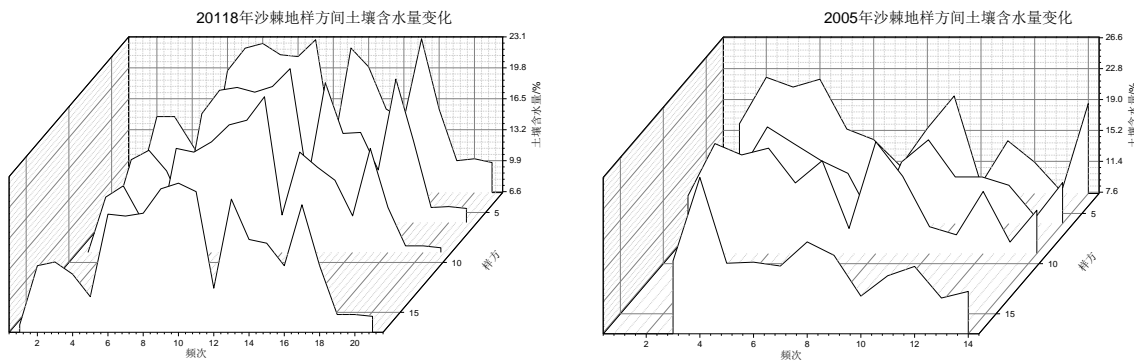


图4 2005年与2018年沙棘地样方土壤含水量测定频次变化

农用地所测样方间的土壤含水量在 2005 年的样方 2、5、11、18 所有被测土壤含水量变化趋势一致；其样方 11 的变异系数 (CV=0.40)；表明所测数据的离散程度比其他样方较大，即在农用地除样方 11 的土壤含水量变化较大，而其他样方较为稳定；在 2018 年的样方 2、5、11、18 间所测的土壤含水量较为稳定，表明在 2018 年的农用地样方土壤含水量的稳定性较好。

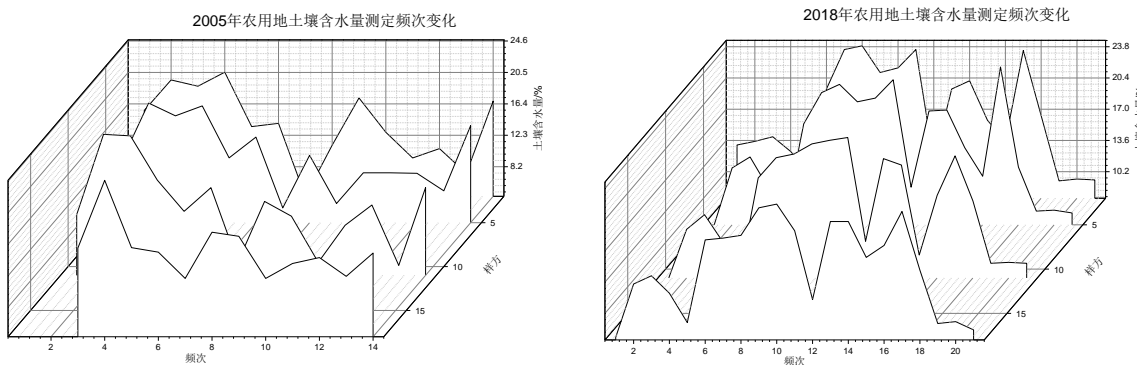


图5 2005年与2018年农用地样方土壤含水量变化

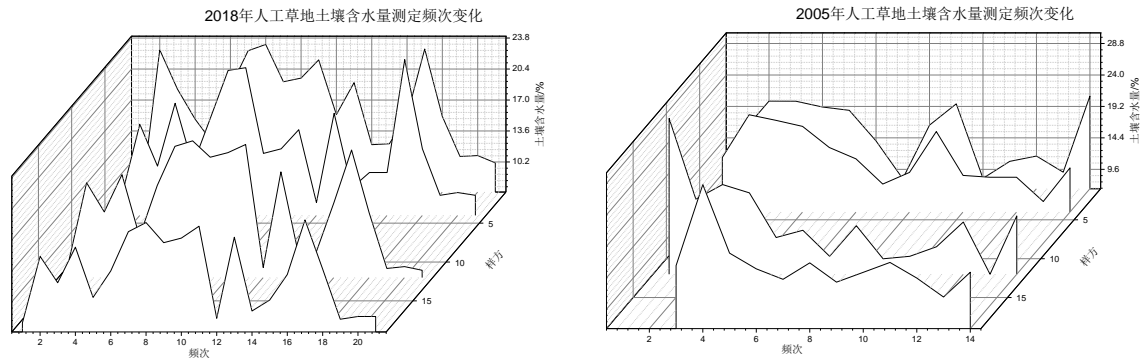


图 6 2005 年与 2018 年人工草地样方土壤含水量测定频次变化

在人工草地所测样方间的土壤含水量在 2005 年的样方 1、4、12、19 所有被测土壤含水量趋于一致；其样方 19 与其他样方相比土壤含水量总体较高；表明所测数据的离散程度较小，即在人工草地样方间土壤含水量变化稳定；在 2018 年的样方间所测的土壤含水量较为稳定。

从年际变化来看，撂荒地、油松地、沙棘地、农用地、人工草地变异系数最大均表现在 2009 年、2016 年。数据表明，在这两个年份可能受其他不稳定性因素的影响；且虽然为不同种土地利用类型，依据这一变化规律可进行进一步预测。

3.3 土壤含水量的模拟预测与样本驯化

依据统计预测分析方法，应用时间序列分解法进行不同土地利用类型状态下土壤含水量数据的预测，文献研究表明，土壤含水量的变化受多种因素的影响，将影响土壤含水量的变化因素分为长期趋势因素（T）、季节（样方）变动因素（S）、周期变动因素（C）、不规则变动因素（I）；其模型可认定为时间序列 Y 是这四个因素的函数，即：

$$Y_t = f(T_t, S_t, C_t, I_t)$$

(1) 选取 2005 年至 2018 年的撂荒地土壤含水量数据，利用 spss 23.0 进行周期性分解分析：首先对部分数据进行季节（样方）变动因素（S）的计算，计算结果如下：

表 1 季节（样方）因子

序列名称:土壤含水量	
样方	季节因子(%)
1	89.7
2	107.1
3	101.5
4	101.8

(2) 对长期趋势 T 应用多项式拟合计算（如下图 7 所示）：

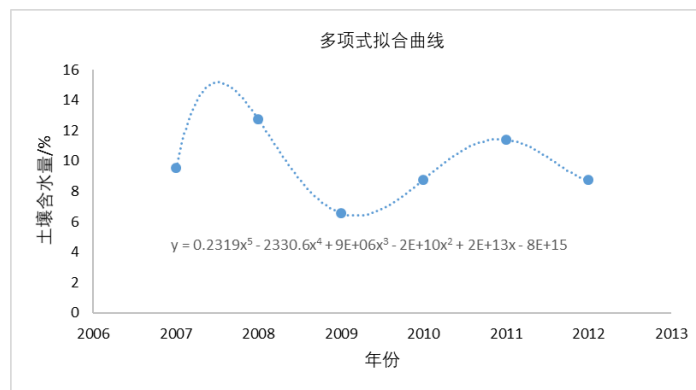


图 7 多项式拟合曲线

方程: $T=0.2319X^5-2330.6X^4+9E+06X^3+2E+10X^2+2E+13X-8E+15$

C_t 的计算应用居中平均 (TC) 与长期趋势 (T) 的比值获取; 对周期变动因素 (C)、不规则变动因素 (I) 的计算精确度是影响预测值的主要因素。

因此, 预测结果模型如下:

本研究应用时间序列分解的乘法模型:

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$$

依据数据模拟分析表明, 从土壤含水量的长期变化预测拟合程度来看, 多项式的拟合实现了周期性分析的需求, 其他因子如样方变动因素 (S)、周期变动因素 (C)、不规则变动因素 (I) 的准确计算是预测结果值精确的必要条件。

4 结论

通过利用安家沟流域内 2005-2018 年监测的降水量、土壤含水量等数据资料; 对不同土地利用类型土壤含水量数据进行多元线性拟合分析; 结果表明近年来, 选取的五种土地利用类型条件下, 其土壤含水量的总体均值变化为沙棘地>农用地>撂荒地>人工草地>油松地; 即沙棘地、农用地的土壤含水量较高, 而油松地的土壤含水量最低;

(1) 通过变异系数计算分析表明, 变异系数的变动可能体现了样方不同土地利用类型条件下年内土壤含水量的变化特征, 以及所受其他因子的影响程度; 在撂荒地 2018 年的样方 13、14、15 间所测的土壤含水量整体趋势稳定, 在 2018 年的样方 7、8、10 间所测的土壤含水量在样方 7、8, 较为稳定, 而在样方 10 较大; 从年际变化来看, 撂荒地、油松地、沙棘地、农用地、人工草地变异系数的最大值表现在 2009 年、2016 年。

(2) 试图利用时间序列分解预测分析方法, 对不同土地利用类型状态下土壤含水量数据预测, 由拟合模型直观分析得出土壤含水量的长期变化预测多项式拟合程度对周期性分析较好, 其他几个因子如样方变动因素 (S)、周期变动因素 (C)、不规则变动因素 (I) 的准确计算是预测结果值精确的必要条件。通过不同土地利用类型对比分析, 对土壤墒情掌握以及区域植被种植与土地利用提供科学合理的依据。

[参考文献]

- [1] 马婧怡, 贾宁凤, 程曼. 黄土丘陵区不同土地利用方式下土壤水分变化特征[J]. 生态学报, 2018, 38(10): 3471-3481.
- [2] 潘颜霞, 王新平. 荒漠人工植被区浅层土壤水分空间变化特征分析[J]. 中国沙漠, 2007(02): 250-256.
- [3] 朱炜歆, 牛俊杰, 刘庚, 梁海滨. 植被类型对生长季黄土区土壤含水量的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(01): 152-156.
- [4] 王月玲, 张源润, 蔡进军, 李生宝, 蒋齐. 宁南黄土丘陵区不同生态恢复与重建中的土壤水分变化研究[J]. 中国农学通报, 2005(07): 367-369.
- [5] 黄奕龙, 陈利顶, 傅伯杰, 王仰麟. 黄土丘陵小流域生态用水试验研究——气候和土地利用变化的影响[J]. 水科学进展, 2006(01): 14-19.

作者简介: 陈荣 (1989-), 男, 甘肃定西市人, 工程师, 学士, 长期从事水土保持科研、监测工作。鱼海霞 (1985-), 女, 甘肃定西市人, 工程师, 硕士, 长期从事水土保持科研、监测工作。