

MATLAB 及其在黄土丘陵区土壤水分研究中的应用

王经民¹, 韩冰², 戴夏燕³

(1. 西北林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100;
3. 陕西省林业学校, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 介绍了 MATLAB 及其有关功能, 并利用 MATLAB 对宜川黄土丘陵区的空旷地、采伐地和油松林地 3 类不同地表植被土壤水分长期观测数据进行综合分析研究。结果表明, 油松林地土壤水分含量在土层深度 40-600 cm 是三者中最低的, 其主要用水层在 40-600 cm 之间, 采伐地土壤水分在 0-400 cm 一般高于空旷地, 400-600 cm 低于空旷地, 空旷地地表土壤水分是三者中最低的。

关键词: MATLAB 黄土丘陵区 土壤水分

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2000)03-0044-03

中图分类号: S152.7

MATLAB and Its Application in Soil Moisture Study in Loess Hilly Region

WANG Jing-min¹, HAN Bing², DAI Xia-yan³

(1. Northwest Forestry University, Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC;
3. Shaanxi Provincial Forestry School, Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract MATLAB, an advanced computer language used for scientific calculation, is introduced. It was used to analyze the data on soil moisture in bare land, felled forestry land and Chinese pineland obtained by the long-term measure. The result showed that the soil moisture in the Chinese pineland was the least at the depth of 40-600 cm among the three type of land, which indicated that Chinese pine mainly consumed the water in that soil layer. Soil moisture in felled land was more at the depth of 0-400 cm and less at the depth of 400-600 cm than that in bare land. The topsoil moisture in the bare land was the least among the three kinds of land.

Keywords MATLAB; loess hilly region; soil moisture

1 MATLAB 简介

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言, 它集科学计算、自动控制、信号处理、神经网络、图像处理等于一体, 具有极高的编程效率。MATLAB 建立在向量、数组和矩阵的基础上, 使用方便, 人机界面直观, 输出结果可视化强, 语法规则简单, 更贴近于人的思维方式, 深受用户的欢迎。目前, MATLAB 在全球已经拥有近 20 万用户。在本文我们试图应用 MATLAB 于黄土丘陵区土壤水分研究中。MATLAB 功能强大, 我们仅利用了它进行数据分析和绘图的功能。

1.1 MATLAB 的数据分析功能

由于数组和矩阵是 MATLAB 的基础, 数组和矩阵一旦形成, 如向量 $a = [a_1, a_2, \dots, a_n]$, $b = [b_1, b_2, \dots, b_n]$, 以及标量 c

MATLAB 可以对数组进行如下运算。

- (1) 标量加法: $a + c = [a_1 + c, a_2 + c, \dots, a_n + c]$;
- (2) 标量乘法 (除法): $a * c = [a_1 * c, a_2 * c, \dots, a_n * c]$;
- (3) 数组加法 (同维数): $a + b = [a_1 + b_1, a_2 + b_2, \dots, a_n + b_n]$;
- (4) 数组乘法: $a .* b = [a_1 .* b_1, a_2 .* b_2, \dots, a_n .* b_n]$;
- (5) 数组右除: $a ./ b = [a_1 ./ b_1, a_2 ./ b_2, \dots, a_n ./ b_n]$;
- (6) 数组左除: $a . \setminus b = [a_1 . \setminus b_1, a_2 . \setminus b_2, \dots, a_n . \setminus b_n]$ 等。

MATLAB 可以对矩阵进行标量加法、标量乘法 (除法)、矩阵加法 (同阶, 和数组类似)、计算特征值与特征向量 $d = \text{eig}(A)$ 、矩阵的行列式 $\det(A)$ 、矩阵的逆 $\text{inv}(A)$ 、矩阵和向量的范数 $\text{norm}(A)$ 等 40 多种运算。MATLAB 还可以直接求解线性方程组以及线性方程组的最小二乘解、函数的微分、积分计算、求解微分方程也可在 MATLAB 中进行。数据分析的统计函

数有求相关系数 $\text{corrcoef}(x)$, 协方差矩阵 $\text{cov}(x)$, 均匀分布随机数 $\text{rand}(x)$, 正态分布随机数 $\text{randn}(x)$, 直方图和棒图 $\text{histogram}(x)$ 等。

1.2 MATLAB的绘图和英文混合编辑功能

MATLAB可以对数据进行最小二乘曲线拟合 (polyfit), 给出曲线的拟合方程 ($\gg \text{pp} \%$ 以列向量形式显示多项式系数), 绘制曲线的图形 (plot)。MATLAB还可以对数据进行一维 (一维函数 interp1) 和二维插值 (二维函数 interp2), 绘制等高线 (contour3), 二维和三维图形 (plot3), 对图形进行编辑, 改变视角 (view)。MATLAB可以计算、绘图、英文文字编辑 (中文不能处理) 同时进行, 也就是说在 MATLAB 中可以完成科研论文的一切工作 (包括数据处理、图形绘制, 表格到论文的编辑等)。

1.3 MATLAB的系统仿真工具 SIMULINK

MATLAB提供的 SIMULINK 是一个用来对动态系统进行建模、仿真和分析的软件包, 它支持连续、离散及两者混合的线性和非线性系统, 也支持具有多种采样系统的软件。在 SIMULINK 环境中, 利用鼠标就可以在模型窗口中直观地“画”出系统模型, 然后直接仿真, 可极大地方便农林科技工作者进行生态系统、资源系统和农林系统系统仿真, 而不需要花费大量时间学习其它专门的仿真语言。

2 应用举例

土壤水分状况是气候、地形、土壤及植被等因素共同作用的结果。黄土丘陵区植物耗水几乎完全依靠土壤供给, 黄土高原大部分地区土壤的水分完全依靠大气自然降水补充。该区雨季、旱季分明, 因而土壤水分与季节密切相关。黄土高原地区植被破坏严重, 是我国水土流失最严重的地区。了解该地区土壤水分状况对植物生长有重要意义。油松是黄土高原主要人工造林树种之一, 它具有耐干旱等许多优良品质。因此我们将油松林地土壤水分作为重要研究对象, 研究不同地表植被对土壤水分的影响。

2.1 研究区概况

研究区位于陕西省宜川县铁龙湾, 地貌属梁状丘陵, 海拔 900~1500 m, 气候属温带半湿润类型, 年平均降雨量 574 mm, 年际降雨量差异大, 丰水年降雨量是干旱年的 1 倍左右。年降雨分布不均, 7~9 月降雨量占全年的 60% 以上。年平均气温 9.7°C $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 $3429^{\circ}\text{C}/\text{a}$ 。样本地是该区的空旷地、采伐地和油松林地, 油松林树龄 20 a 以上。

2.2 研究方法

土壤水分受地表植被影响较大, 我们选择 3 类不同地表植被作为研究对象, 即空旷地、采伐地和油松林地。从 1989 年到 1996 年 (1991 年、1992 年缺) 在该区设立样本地, 进行长期观测, 分别在 5 月和 10 月进行 2 次作业, 土层深度 0~600 cm (间隔 20 cm), 采集 3 类不同地表植被土壤水分数据。对原始数据利用 MATLAB 进行处理分析并绘图。

3 结果与分析

我们将 6 a 来 5 月和 10 月 3 类不同地表植被土壤水分数据利用 MATLAB 处理并做成图形, 这里仅就 1993 年 5 月和 10 月的情况做成图 1~4。

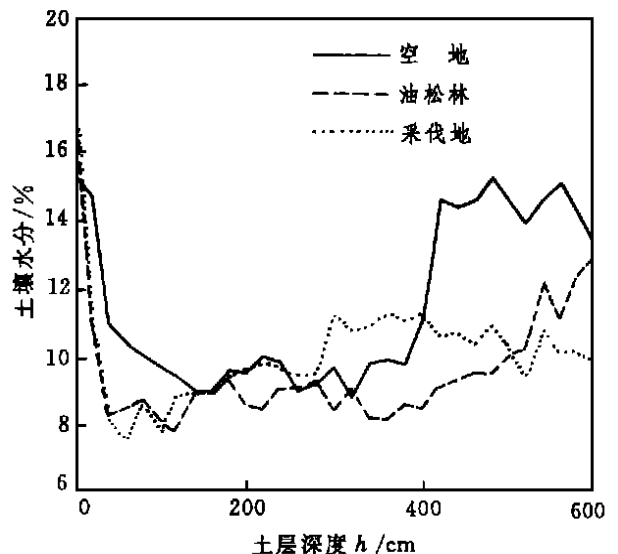


图 1 1993 年 5 月不同地表植被土壤水分

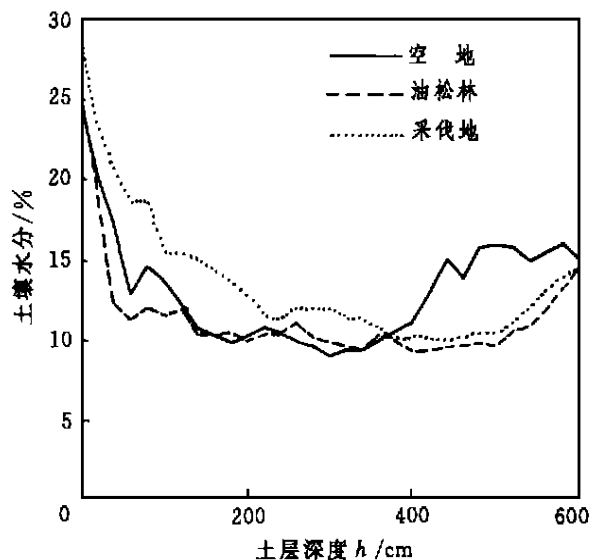


图 2 1993 年 10 月不同地表植被土壤水分

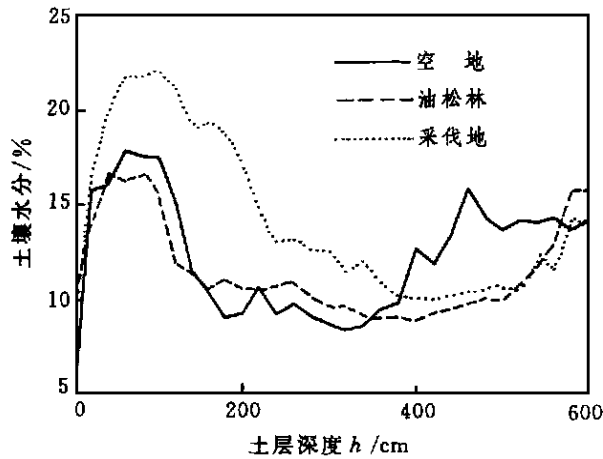


图 3 1994年 5月不同地表植被土壤水分

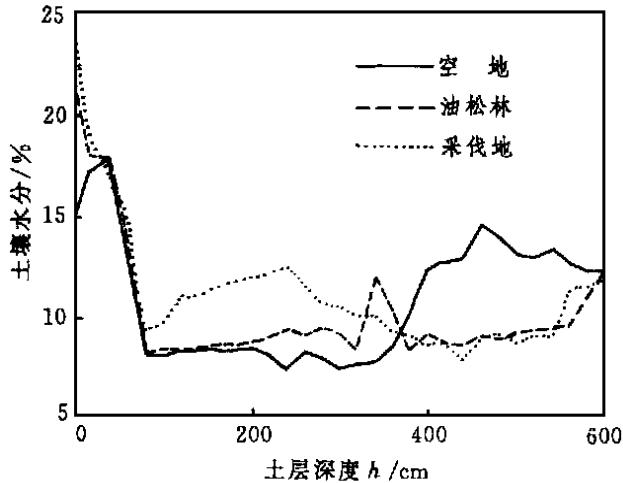


图 4 1994年 10月不同地表植被土壤水分

从图 1-4 可以看出,油松林土壤含水率普遍低于空旷地和采伐地土壤含水率。除 1995 年 10 月, 1996 年 5 月, 1996 年 10 月 3 次外,其余时间空旷地在 3.5-6 m 土层之间土壤含水率高于采伐地,但在多数情况下,0-3.5 m 左右土层之间采伐地土壤含水率高于空旷地。为了进一步研究其规律,又分别对 5 月和 10 月的 3 类样本地,将同一土层深度 6 a 土壤含水率的均值作一比较,并利用 MATLAB 软件绘制成图 5 和图 6。

由图 5、6 可见,5 月和 10 月 3 类不同地表植被土壤含水率平均值中,油松林地土壤含水率在 0.2-6 m 是最底的,地表土壤含水率 5 月份油松林是最高的。这是因为油松林生长需要消耗大量的土壤水分,林木的蒸散也要消耗大量的土壤水分,土壤的水分几乎完全依靠自然降水补充,消耗大于补给,由此可以看出油松林生长主要用水层至少在 0.2-6 m 之间。5 月份空旷地地表土壤水分低是因为地表无覆盖物,经过旱季蒸散大量水分,而还没有足够的大气降水补充。油松林和采伐地有大量地表植被,阻止了土壤水

分的直接蒸散,土壤水分的直接蒸散量远大于植物本身的蒸散量。经过雨季,10 月份空旷地地表土壤含水率上升了 5%,但仍低于其它 2 类样本地。

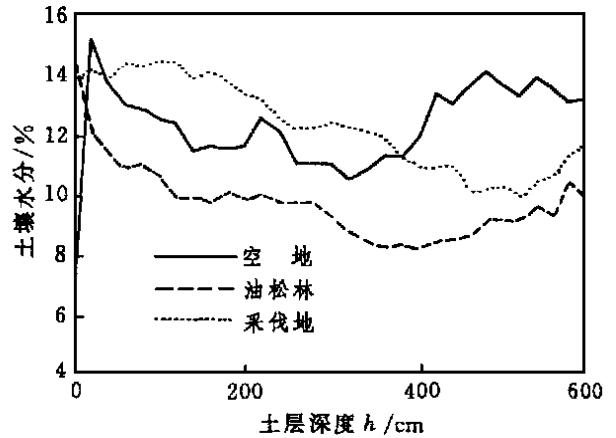


图 5 1996年 5月份不同地表植被平均土壤水分

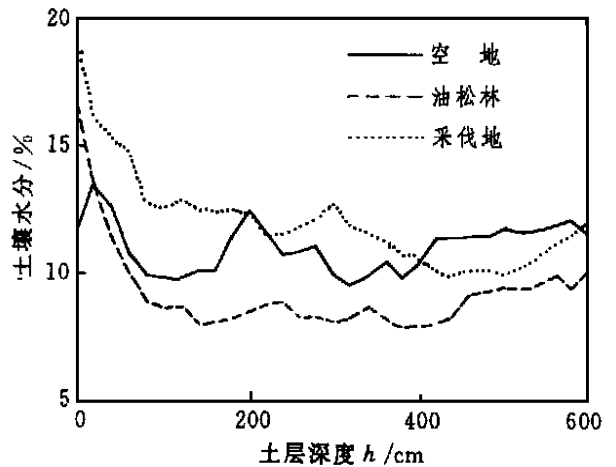


图 6 1996年 10月份不同地表植被平均土壤水分

空旷地和采伐地相比,不论 5 月和 10 月,采伐地在土层 0.2-4 m 土壤水分高于空旷地,在 4-6 m,采伐地低于空旷地,这 2 类样本地的差别主要源于大气蒸散,采伐地地表植被本身耗水很小。油松林生长耗水与本身蒸散二者之和远大于大气对土壤水分的直接蒸散。采伐地植被对土壤水分有明显的保护作用。雨季土壤水分补充在 0-0.4 m 较为明显,但油松林土壤水分与其它 2 类样本地的差距并没有缩小,相反,在 0.4-3.5 m 油松林土壤水分 10 月比 5 月还有所下降,这是由于油松林在此期间处于生长期,需要消耗大量的土壤水分,气温高,蒸散量也大。

通过以上讨论我们得到以下初步结论: MATLAB 软件使用方便,窗口界面直观,数据分析快捷准确可靠,输出结果可视化强,集绘图、计算、英文编辑于一身,不需要学习专门的编程语言,在水土保持科研中有广泛的应用前景。