

季节性冻融期土壤剖面含水率变化特征研究

苑俊廷¹, 陈军锋², 郑秀清²

(1. 东华理工大学 土木与环境工程学院 江西 抚州 344000; 2. 太原理工大学 水利科学与工程学院 山西 太原 030024)

摘要: 在干旱、半干旱气候区, 采用野外田间试验和室内分析相结合的方法, 分析了季节性冻融期土壤剖面含水率的变化特征, 试验共设裸地(LD)、覆膜地(MD)和茬覆膜地(CMD)3种处理地块。结果表明, 季节性冻融期土壤剖面含水率发生了明显的变化, 在土壤剖面的不同深度出现了范围不等的含水率高值区和低值区, 各处理地块含水率高值区变化的层位、形成时间以及含水率达到相对稳定的深度均不同, 其中CMD的聚墒区最大, 含水率最高达22%; LD的聚墒区最小, 含水率最高达21%, 土壤剖面含水率由上到下为增大—减小—保持稳定的动态变化特点。研究结果对干旱和半干旱地区季节性冻融土壤储水保墒及高效利用土壤水资源、确定冬春灌溉合理灌水技术参数提供了参考。

关键词: 季节性冻融期; 土壤剖面; 土壤含水率; 变化特征

中图分类号: S152.7⁺2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)05-0056-03

Experimental Study of Soil Moisture Characteristics during Seasonal Freezing-thawing Period

YUAN Jun-ting¹, CHEN Jun-feng², ZHENG Xiu-qing²

(1. Department of Civil Engineering and Environmental Engineering, East China Institute of Technology, Fuzhou 344000, China; 2. College of Water Resources Science and Engineering of Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In arid and semi-arid climate areas, the field experiments and indoor experiments were jointly used to analyze the soil moisture characteristics of seasonal freezing and thawing soil in the paper. Three kinds of surface treatments were designed: non-cultivated bare plot (LD), plastic film mulching plot (MD) and stubble and plastic film double mulching plot (CMD). The results showed that the soil moisture changed apparently during seasonal freezing and thawing period. The higher moisture content areas and lower moisture content areas appeared in different depths of soil profile. The variable horizon and the forming time of higher moisture content areas, and the depth in which the soil moisture kept stable were all different with each treatment. The lowest moisture content area is LD, about 21%. The dynamic change of soil moisture in profile are increasing-reducing-maintaining stability from the surface to the bottom. The results had the theoretical and practical meanings for conserving the soil moisture, utilizing the soil water effectively, and confirming the irrigation technical parameters reasonably for seasonal freezing and thawing soil within the winter and spring irrigation.

Key words: Freezing-thawing period; Surface treatment; Soil moisture; Varying characteristics

收稿日期: 2007-11-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40472132)

作者简介: 苑俊廷(1984-), 男, 山西忻州人, 在读硕士研究生, 研究方向: 溶浸水文地质学。

地表处理对耕作层具有保持水土、抑制蒸发、改善土壤水分条件和土壤肥力^[1,2]等特点。郑秀清等^[3]曾对季节性冻融期裸地土壤水分迁移特性进行了研究。近年来,国内外就非冻结条件下地表覆盖对土壤的水、肥、气、热等生态效应的影响进行了广泛的试验研究,并取得了显著的成果,但就季节性冻融期研究还较少。为此,在前人研究的基础上,通过田间试验,研究了土壤剖面含水率的变化特征,这将对改善越冬期土壤水分状况,使作物增产等有重要的意义^[4]。

1 材料和方法

1.1 试验条件

本次试验于2005年11月1日至2006年3月31日在山西太谷水文均衡实验站进行。该试验区位于晋中盆地,占地面积0.01 km²;试验区在气候上属于大陆性半干旱季风气候区,四季分明,雨热同季;试验期间总太阳辐射量为129.93 kJ/cm²,年平均气温为9.9℃,7月份最高,1月份最低;年平均降水量415.2 mm,主要集中在6~9月份;年平均水面蒸发量1642.4 mm(小型蒸发器);全年无霜期

220d;土壤一般冻结深度为50~70 cm,最大为92 cm(1956年),试验期间的最大冻结深度为52 cm。

1.2 试验方法

本试验共设置裸地(LD)、覆膜地(MD)、荏覆膜地(CMD)3种处理地块,其中MD为塑料薄膜覆盖(厚度约为0.1 mm的聚乙烯材质);CMD为种植黄豆地块收割后剩余残茬上再覆盖塑料薄膜,相同处理地块设置3块。为了减小空间变异性,试验取同一地表条件的3块地的土壤含水率平均值作为分析依据。试验地块的土壤质地、结构及气象因子(太阳辐射、气温、降水等)基本上相同。试验从11月2日开始对所有试验地块进行灌水,灌溉定额为750 m³/hm²。试验从2005年11月1日开始测定土壤含水率,此后每5 d测定一次各地块0~110 cm不同深度的含水率。

土壤含水率的测定:采用烘干称重法,土壤的初始含水率见表1。土壤温度采用热敏电阻和数字万用表测定。常规气象项目的测量:如气温、地表温度、降雪量、太阳辐射等,利用太谷水文均衡实验站地面气象观测系统进行。

表1 各处理地块土壤初始平均含水率 (%)

处理	土壤深度									
	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm	40cm	60cm	80cm	100cm	110cm
LD	5.43	13.58	15.42	16.40	17.18	16.04	13.73	11.87	12.51	11.21
MD	6.77	13.34	16.09	16.80	17.04	15.26	13.31	9.92	11.33	10.56
CMD	7.63	13.76	16.24	16.55	17.58	19.13	17.71	14.74	10.93	9.38

2 结果与分析

2.1 裸地(LD)土壤含水率的变化

图1为LD土壤含水率变化曲线。由图1可见,11月2日灌水后,表层土壤含水率不断下降,且变化比较剧烈;随着气温下降,表层土壤开始冻结,

土壤含水率开始增加;随着冻层不断加厚,冻层内的储水量也开始增加,在20~50 cm之间形成一个含水率高值区,即聚墒区1月中旬含水率达到最高值,为21%;随着春季土壤自下而上和自上而下的双向消融,使得融化层的土壤水分大于冻土层,土壤水分由融化区向融化锋面迁移,造成土壤含水率先下降后增加;65 cm深度以下土壤水分比较稳定。

2.2 覆膜地(MD)土壤含水率的变化

图2为MD土壤含水率变化曲线。由图2可见,MD土壤含水率与LD的变化规律类似,但总体上变化幅度小于LD。MD土壤含水率变化的一个显著特点是地表含水率明显高于无任何处理的LD。这是由于一方面地膜覆盖相当于在土壤表面设置了一层不透气的物理阻隔,从而减少了与外界空气的热交换和地表热量向空气中的散失,切断了土壤水分向空气中逸散的通道,限制了地表水分的

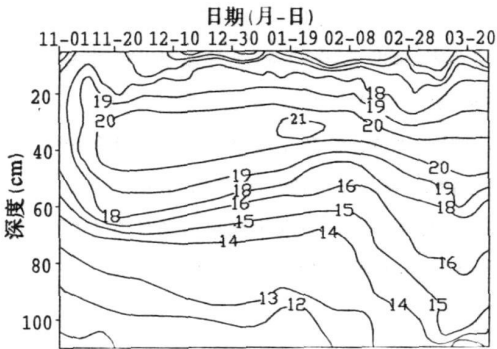


图1 LD的土壤含水率变化曲线

蒸发。而另一方面地膜覆盖后提高了土壤的温度, 由于膜内外的温差作用, 膜内达饱和状态的水汽凝结成水珠滴入表土^[5], 使表层土壤含水率增高。

随着气温下降, 表层土壤开始冻结, 土壤含水率开始增加, 但增加幅度小于 LD; 随着冻层不断加厚, 冻层内的储水量也开始增加, 在 10~30cm 土层间形成一个聚墒区, 1 月中旬达到最高, 最高值为 22%, 出现时间比 LD 略晚, 但持续时间比 LD 长; 而且在 65~85 cm 土层处还出现了一个含水率低值区, 2 月中旬达到最低, 最低值为 11%, 说明该土层范围内的土壤水分补给了邻近的含水率高值区; 20~60 cm 土层内同一剖面下的土壤含水率低于 LD; 在消融阶段, 土壤含水率变化规律与 LD 基本相似; 85 cm 深度以下土壤水分比较稳定。

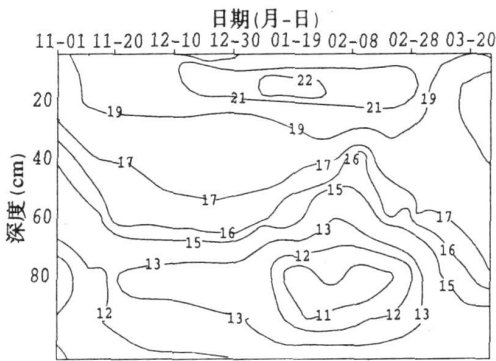


图 2 MD 的土壤含水率变化曲线

2.3 荏覆膜地(CMD)土壤含水率的变化

图 3 为 CMD 土壤含水率变化曲线。由图 3 可见, CMD 地表初始含水率高于 LD, 变化比较平缓, 小于 LD 的变化幅度; 随着气温下降, 表层土壤开始冻结, 土壤含水率开始增加, 但增加幅度小于 LD; 随着冻层不断加厚, 冻层内的储水量也开始增加, 在 20~60 cm 形成一个聚墒区, 12 月中旬达到最高, 最高值为 22%, 较 LD 的最高含水率高, 出现时间比 LD 早, 持续时间也较 LD 长; 20~60cm 土层内同一

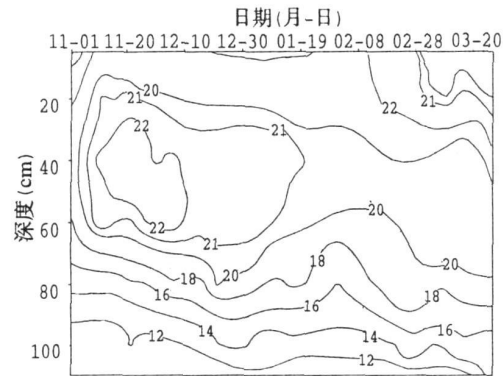


图 3 CMD 的土壤含水率变化曲线

剖面下的土壤含水率也比 LD 高; 在消融阶段, 土壤含水率变化规律与 LD 基本相似; 60cm 深度以下的土壤水分比较稳定。

3 结论

以山西省水文勘测局太谷均衡实验站的田间土壤含水率变化资料为基础, 对季节性冻融期土壤剖面含水率的变化特征进行了较为系统的研究, 结果表明, ①各处理地块土壤剖面含水率的动态变化特点表现为随着冻层的形成和发展, 土壤水分在空间进行再分布; 总体上, 表层土壤水分变化幅度均大于下层, 变幅随深度增加而减小, 20~60 cm 土层内同一剖面下的土壤含水率以 CMD 处理的最高, MD 处理的最小。②各处理地块含水率保持相对稳定的起始深度有所不同, LD 的起始深度大约为 65 cm, MD 的起始深度大约为 85cm, CMD 的起始深度大约为 60 cm。③各处理地块聚墒区的出现时间和最高值不同。CMD 的聚墒区 出现时间最早, MD 的聚墒区出现时间最晚; CMD 的聚墒区最大, 含水率最高达 22%; LD 的聚墒区最小, 含水率最高为 21 %; 而且 MD 不仅出现了含水率高值区, 在 65~90 cm 土层处还出现了一个含水率低值区, 最低值仅为 11%。④各处理均可减少土层的蒸发损失, 从而使较多水分保持在土壤中, 在测定深度内 (0~110cm), 各处理地块 20 cm 深度以下土壤含水率随时间变化呈“增加—降低—增加”的趋势, 随土壤深度的变化呈“增加—降低—保持稳定”的趋势。

参考文献:

[1] 员学锋, 吴普特, 汪有科, 等. 免耕条件下秸秆覆盖保墒灌溉的土壤水、热及作物效应研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 22—26.

[2] 高鹏程, 张国云, 孙平阳, 等. 秸秆覆盖条件下土壤水分蒸发的动力学模型[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(10): 54—57.

[3] 郑秀清, 樊贵盛, 邢述彦. 水分在季节性非饱和冻融土壤中的运动[M]. 北京: 地质出版社, 2002.

[4] 吕棚棚. 季节性冻融土壤水分迁移规律的研究[J]. 科技情报开发与经济, 2007, 17(27): 161—162.

[5] 杨金凤. 季节性冻融期不同地表条件下土壤水热动态变化规律的试验研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2006. 52—54.