

保水剂混施用量对沙质土壤水分垂直入渗特性的影响

王慧勇¹, 张宏², 刘世虹³, 程东娟¹

(1. 河北工程大学 水电学院, 河北 邯郸 056021;

2. 邯郸市东武仕水库管理处, 河北 邯郸 056500; 3. 河北工程大学 理学院, 河北 邯郸 056038)

摘要:为了探明保水剂在不同混施用量下对沙质土壤水分入渗性能及变化过程的影响,通过室内积水入渗试验,比较分析了保水剂作用下土壤水分的入渗率、累积入渗量及湿润锋等的动态变化。结果表明:混施保水剂不同程度上减小了沙质土壤水分入渗率、累积入渗量和湿润锋运移距离。保水剂混施用量越多,入渗率的降低程度越大,累积入渗量和湿润锋运移距离越小。试验中,保水剂混施用量为 0.75% 和 1.00% 时,表层土壤含水率急剧增加;同时,由于保水剂较大的阻止入渗作用,使得 8—14 cm 土层土壤含水率较低。混施用量 0.5% 时,8—14 cm 土层具有较高的土壤含水率。

关键词:保水剂;混施用量;沙质土壤;土壤水分;垂直入渗

中图分类号:S152.7⁺1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)06-0022-03

Effects of Mixed-application Dosages of Aquasorb on Water Vertical Infiltration Characteristics of Sandy Soil

WANG Hui-yong¹, ZHANG Hong², LIU Shi-hong³, CHENG Dong-juan¹

(1. College of Water Conservancy and Hydroelectricity, Hebei University of Engineering,

Handan, Hebei 056021, China; 2. Handan Dongwushi Reservoir Administrative Office, Handan,

Hebei 056000, China; 3. College of Science, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: In order to determine the effects of aquasorb with different mixed-application dosages on characteristics and dynamic changes of soil water infiltration, the dynamic changes of infiltration rates, cumulative infiltrations, and wetting front of soil water under aquasorb were analyzed through the lab experiments. The results showed that the mixed-application aquasorb reduced the infiltration rates, the cumulative infiltration and the move distance of the wetting front. The more the mixed-application dosages of aquasorb is applied, the greater the inhibition degree on the infiltration rates is, the cumulative infiltration and the move distance of the wetting front were smaller. When the dosages of aquasorb were 0.75% and 1.00%, the surface soil moisture was increased sharply; meanwhile, the soil moisture in 8—14 cm layer was lower because of the role of the larger penetration resistance. When the dosage of aquasorb was 0.50%, the soil moisture in 8—14 cm layer was more.

Key words: aquasorb; mixed-application dosage; sandy soil; water; vertical infiltration

我国是世界上沙化土地分布较多的国家,现有沙化土地面积 1.74×10^6 hm^2 , 占国土面积的 18%, 涉及全国 30 个省(区、市) 841 个县(旗)^[1-2]。近年来,随着全球气候变暖,干旱加剧,沙化土地面积不断扩大。这不但严重影响了我国农业发展,而且带来了一系列生态环境问题。在这些地区,水资源短缺是导致土地沙化的主要因子。为了防治土地沙化、开发利用低肥力沙土,除合理利用水资源外,还必须开发节水技术,改善土壤水分条件,为现代农业的发展和生态

环境的恢复提供技术支撑。

在目前出现的节水技术中,保水剂因其成本低、使用方便成为节水增产的一个重要途径。保水剂是利用强吸水性树脂制成的一种超高吸水保水能力的高分子聚合物,它能迅速吸收比自身重数百倍甚至上千倍的纯水,而且有反复吸水功能,吸水后的水凝胶可缓慢释放水分供作物利用^[3-5]。同时,保水剂能增强土壤保水性,改良土壤结构,减少土壤水分养分流失,提高水肥利用率等功效^[6-8],对改良沙质土壤具有

重要作用。目前,关于保水剂改良沙质土壤的研究主要集中在保水剂对土壤理化特性以及作物生长和产量影响的研究上^[9-11],而关于保水剂对沙质土壤水分垂直入渗影响研究鲜见报道。为此,本研究通过室内模拟混施保水剂积水入渗试验,分析保水剂混施用量对沙质土壤水分垂直入渗特性的影响,以期为保水剂改良沙质土壤技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本实验所用保水剂为北京佳瑞林水处理技术有限公司生产,化学成分为聚丙烯酰胺,粒径 0.25~0.5 mm。入渗试验用土取自石家庄地区,其中砂粒 97.8%、粉粒 1.5%、黏粒 0.7%,按照国际制土壤质地分类标准,确定为砂土。土壤采样深度 30 cm,自然风干后,过 2 mm 土筛待用。

1.2 试验装置与方法

试验装置主要由试验土柱和供水系统两部分组成。土柱内径 5 cm,由多节有机玻璃管组成,通过 4 根铁棒固定,高度为 28 cm。装柱之前,首先将一定剂量的保水剂与土壤充分混合,然后将土壤按沙土容重约 1.50 g/cm³ 分层(2 cm 厚)装入有机玻璃管,以形成一个均质的供试土体。保水剂混施质量百分比分别为 0.25%、0.50%、0.75%、1.00%和 0(即为对照),每一处理重复 2 次,取平均值。积水入渗试验用马氏瓶供水,其供水水位控制在 20 mm。入渗开始后,用秒表每隔 30 s 计一次时,记录马氏瓶水位读数,观察湿润锋垂直入渗距离随时间的变化,每一试验共用时 10 min。入渗结束后拆卸分层取土,用烘干法测定土壤含水率。

2 结果与分析

2.1 保水剂混施用量对入渗率的影响

入渗速率是单位时间内通过地表单位面积渗入到土壤中的水量,反映了土壤的入渗性能,受土壤质地、孔隙状况、供水强度等因素的影响^[12]。从图 1 中可以看出,各试验入渗率随入渗时间的变化趋势基本相同,随着入渗时间的延长,入渗率逐渐减小,并趋于恒定。相同入渗时刻,保水剂混施用量越大,入渗率越低。表明在入渗过程中保水剂对入渗率的影响具有稳定性和一致性,但各试验结果差异不大。

2.2 保水剂混施用量对累积入渗量的影响

累积入渗量是入渗开始后一定时间内,通过地表单位面积入渗到土壤中的总水量。了解累积入渗量及其随时间的变化关系,对于分析降雨和灌溉入渗等问题十分重要。从图 2 中可以看出,所有试验累积入

渗量都是随着入渗时间的延长而逐渐增大。在相同入渗时刻,累积入渗量与混施用量成负相关,混施用量越大,累积入渗量越小,而且都小于对照。入渗终止时,混施 0.25%、0.50%、0.75%和 1.00%相对于对照,累积入渗量分别减小了 8.1%、9.4%、11.5%和 12.7%。

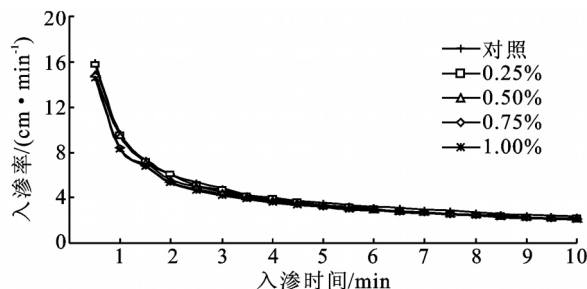


图 1 不同混施用量土壤水分入渗率变化情况

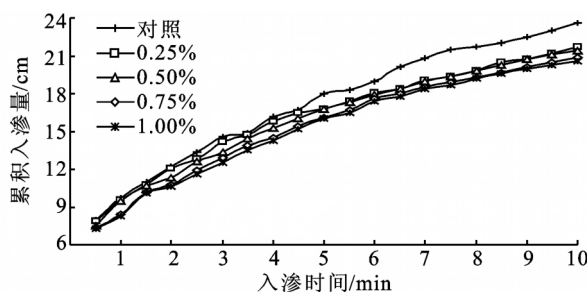


图 2 不同混施用量土壤水分累积入渗量变化情况

2.3 保水剂混施用量对湿润锋的影响

湿润锋指水分入渗的最大深度,如果水分入渗过深则可能导致深层渗漏发生,而水分入渗过浅则不能满足作物根系吸水的需要,产生水分胁迫导致减产。因此,分析入渗时的湿润锋运移规律对于研究农业生产非常重要。图 3 为保水剂不同混施用量条件下,土体湿润锋运移距离随时间的变化。从图 3 中可以看出,土体湿润锋运移距离随入渗时间的变化趋势与累积入渗量一致,均是随着入渗时间的延长逐渐增大。在初始入渗 3.5 min 内,相同入渗时刻,保水剂用量越大,湿润锋运移距离越大,并且都大于对照;3.5~5.5 min 内,在相同入渗时刻,混施保水剂的土体湿润锋运移距离基本相等,仍大于对照;5.5 min 以后,在相同入渗时刻,保水剂混施用量越大,湿润锋运移距离越小,并且在 8 min 以后均小于对照湿润锋运移距离。从整个入渗过程来看,混施保水剂明显减小了水分入渗深度,保水剂施用量越大,这种作用越明显。入渗终止时,混施 0.25%、0.50%、0.75%和 1.00%相对于对照,湿润锋运移距离分别减小了 9.3%、11.8%、19.7%和 23.6%。

2.4 保水剂混施用量对土壤含水率的影响

土壤水分不仅提供作物生长所需要的水分,而且是土壤内生物活动和养分转化的必需条件。从图 4 可以看出,土壤表层 0—6 cm 各土层内土壤含水率与

保水剂的混施用量成正相关,保水剂用量越大,相同层位的土壤含水率越大。8—14 cm 土层内,混施 0.50% 时,各土层含水率大于相同层位的其它试验结果;混施 0.25% 时,各土层的含水率变化相对平缓,从 25.8% 逐渐减小到 22.2%;而混施 1.00% 和 0.75% 时,土壤含水率随着土层深度的增加迅速降低,分别由 32.5% 和 29.8% 迅速降低到 18.3% 和 19.7%,水分主要集中在表层 0—6 cm 内。比较各试验 14 cm 以下土柱深层土壤含水率,可以看出,保水剂混施量越大,相同层位的土壤含水率越低。表明保水剂混施用量越大,其对水分向深层入渗的阻止作用越明显。

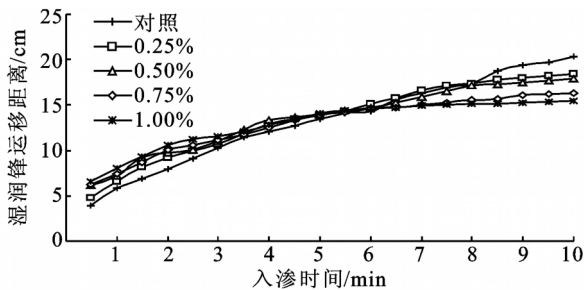


图 3 不同混施用量土体湿润锋变化情况

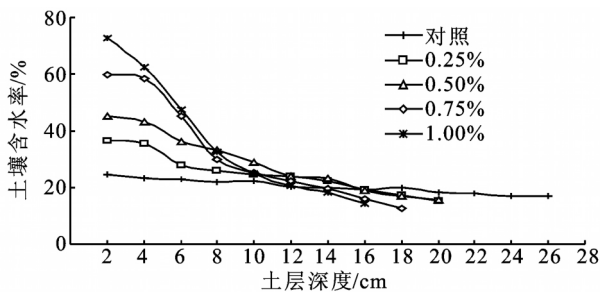


图 4 不同混施用量土壤含水率变化情况

3 结论

(1) 混施保水剂,对沙质土壤水分入渗率、累积入渗量和湿润锋运移距离均有一定的抑制效应。而且保水剂混施用量越大,抑制效应越明显。这可能是因为一方面保水剂吸水膨胀体积增大,改变了土壤的微结构,使得土壤的孔隙度减小,阻碍水分向下运移;同时,保水剂自身吸水形成凝胶,也减小了水分入渗的速率^[11]。保水剂混施用量越大,吸胀体积越大,形成凝胶量越多,对水分的阻渗能力也就越大。在干旱少雨的沙质土壤分布区混施保水剂,既能够节约灌溉用水,同时又能够降低水分深层渗漏的风险。

(2) 土壤容重可以反映土壤的紧实程度。容重小说明土壤疏松,孔隙度相对较多,土壤通透性好^[13-14]。试验中混施保水剂后土壤容重随着保水剂使用量的增加而有微量的减小(对照、0.25%、0.50%、0.75% 和 1.00% 土壤容重经测定分别为 1.523 g/cm³、1.519 g/cm³、1.514 g/cm³、1.510 g/cm³ 和 1.503

g/cm³),一定程度上增加了土壤的透水性。在湿润锋变化曲线中,初始入渗 3.5 min 内,湿润锋运移距离与保水剂施加量成正相关,可能是在保水剂吸胀之前,土壤通透性增加的结果。

(3) 混施保水剂提高了沙质土壤的储水能力。但混施用量较多,如试验中施用量 0.75% 和 1.00%,使得表层土壤含水率急剧增加,容易在表层形成滞水,增加地表径流和土壤流失的风险,不利于水土保持。同时,由于较大的阻止入渗作用,使得 8—14 cm 土壤含水率较低,容易产生水分胁迫。而施用量为 0.50% 时,8—14 cm 土壤能够保持一定的含水量,当土壤干旱时,这部分土壤水分因渗透压的作用可以缓慢释放,能满足作物根系吸水的需要。

参考文献:

- [1] 韩丽文,李祝贺,单学平,等. 土地沙化与防沙治沙措施研究[J]. 水土保持研究,2005,12(5):210-213.
- [2] 朱列克. 中国荒漠化和沙化动态研究[M]. 北京:中国农业出版社,2006:1-3.
- [3] Michael S J, Comelis J V. Structure and functioning of water-storing agricultural polyerylamides [J]. J. Sci. Food Agri., 1985, 36:789-793.
- [4] Janardan S, Singh J. Effect of stockosorb polymers and potassium levels on potato and onion [J]. Journal of Potassium Research, 1998, 4(1):78-82.
- [5] 贾朝霞,郑焰. 高吸水性树脂用于水土保持和节水农业的新思路[J]. 农业环境与发展,1999,16(3):38-41.
- [6] 黄占斌,朱书全,张铃春,等. 保水剂在农业改土节水中的效应研究[J]. 水土保持研究,2004,11(3):57-60.
- [7] 杜晓东,王丽娟,刘作新. 保水剂及其在节水农业上的应用[J]. 河南农业大学学报,2000,34(3):255-259.
- [8] 介晓磊,李有田,韩燕来,等. 保水剂对土壤持水性的影响[J]. 河南农业大学学报,2000,34(1):22-24.
- [9] 孙进,徐阳春,沈其荣,等. 施用保水剂和稻草覆盖对作物和土壤的效应[J]. 应用生态学报,2001,12(5):731-734.
- [10] 王雪,李菊梅,徐明岗,等. 聚丙烯酰胺对沙土改土保肥的作用[J]. 生态环境,2008,17(5):2086-2089.
- [11] 王勇,王龙昌,小岛纪德. 两种功能高分子材料对沙土物理性质影响的比较[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(5):94-99.
- [12] 张振华,谢恒星,刘继龙,等. PAM 对一维垂直入渗特征量影响的试验研究[J]. 中国农村水利水电,2006(3):75-77.
- [13] 杨逵,邱慧珍,王爱勤. 有机无机复合保水剂在沙土中的保水性能[J]. 安徽农业科学,2008,36(23):10076-10078.
- [14] 员学锋,汪有科,吴普特,等. PAM 对土壤物理性状影响的试验研究及机理分析[J]. 水土保持学报,2005,19(2):37-40.