

老砂田土壤容重和饱和含水率的测定

王 强

(甘肃省天水市麦积区水务局, 甘肃 天水 741020)

摘要: 对裸地和砂田 0~40 cm 土层土壤容重和饱和含水率的测定结果表明: 裸地的容重和饱和含水率随土层增加分别呈指数负相关和指数正相关, 砂田的容重和饱和含水率分别呈指数正相关和指数负相关。裸地的平均容重较砂田增加了 1.61%, 平均饱和含水率减少了 3.82%。0~30 cm 土层土壤容重裸地 > 砂田, 饱和含水率裸地 < 砂田。

关键词: 砂田; 土壤容重; 饱和含水率

中图分类号: S345; S152 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)08-0046-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.08.016

Determination of Soil Bulk Density and Saturated Moisture Content of Gravel-mulched Field

WANG Qiang

(The Water Authority of Maiji District in Tianshui City, Tianshui Gansu 741020, China)

Abstract: In this paper, we take the wild field experiment to study the soil bulk density and moisture content of saturated on 0 ~ 40 cm soil in bare field and gravel-mulched field. The result shows that the soil bulk density and moisture content of saturated of bare field and the soil layers have exponent function negative and exponent function positive correlation; the soil bulk density and moisture content of saturated of and the soil layers have exponent function positive and exponent function negative correlation. The average bulk density of bare field than the gravel-mulched field increased by 1.61% and the average moisture content of saturated reduced by 3.82%. Soil bulk density within 0 ~ 30 cm bare field > gravel-mulched field; moisture content of saturated bare field < gravel-mulched field.

Key words: Gravel-mulched field; Soil bulk density; Moisture content of saturated

西北干旱区降水稀缺且时空变异性大, 部分土壤不适合长期高强度耕作, 因此采取保护性耕作模式或休耕模式显得尤为重要。保护性耕作模式更重要的作用体现在对西北脆弱生态环境的保

护, 是一种适应干旱区水资源稀缺现状的耕作模式。砂田(在土壤表层压砂)是我国西北干旱、半干旱地区独特的、传统的抗旱耕作形式, 属土壤覆盖和水土保持方法之一^[1-3], 最早见于甘肃省,

收稿日期: 2016-04-25

作者简介: 王 强(1969—), 男, 甘肃天水人, 工程师, 主要从事水利工程施工管理工作。E-mail: wangqiang741020@163.com。

- [3] 段春燕, 宋立臣, 邹胜东. 不同播种量对水稻秧苗素质及产量的影响[J]. 现代化农业, 2010(12): 20-21.
- [4] 罗永仕, 杨小田. 水稻不同播种量机播机插试验研究[J]. 广西农学报, 2014, 29(4): 1-3.
- [5] 郭跃升, 马荣辉, 高瑞杰, 等. 高效缓释肥在鲁中夏玉米上的应用效果试验示范[J]. 山东农业科学, 2015(7): 78-80.
- [6] 王宜伦, 卢艳丽, 刘 举, 等. 专用缓释肥对夏玉米产量及养分吸收利用的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2015(1): 29-32.
- [7] 隋承权, 杨德新, 王 芳, 等. “施可丰”长效缓释肥在玉米上的应用报告[J]. 现代农业, 2010(5): 48-49.
- [8] 林 枫, 冀建华, 刘 戈, 等. 施可丰稳定性肥料在玉米上的肥效研究[J]. 农业与技术, 2013, 33(8): 88-89.

(本文责编: 杨 杰)

其存在和发展历史久远。由于西北地区干旱、降水量稀少、自然环境恶劣,大部分旱作农业区荒地无法耕种,降水以小数量的强降水和大数量的弱降水为主。荒地压砂后,可以改善土壤理化性质,增加雨水存贮,控制土壤温度,防止土壤盐渍化^[4],在历史上起到了抗旱救灾、提高产量和维系农民生计的巨大作用。研究表明,土壤表层覆盖砂石,可以减小雨水汇集产流、提高降水进入土壤的能力、抑制土壤水分蒸发和盐分表聚,显著提高土壤贮水量和降水利用效率^[5-8],改善耕作层土壤的透水性、蓄水能力及通气性,增加土壤的物理化学及生物缓冲性能等^[9-10]。根据表层覆砂的物理特性,甘肃省的砂田类型主要可分为3种:一是覆盖鹅卵石;二是覆盖洪水冲刷沉积的碎岩砂,即沟砂或毛砂;三是覆盖红砂,即红岩山经过物理、化学和生物风化而形成的碎片。覆盖砂石类型对厚度和使用年限影响显著,通常情况下,鹅卵石覆盖厚度10~15 cm,砂粒直径为0.5~4.0 cm,其蓄水、增温、抑制蒸发、防止盐碱化效果好,耕作周期长,退化速度慢,采用配套耕作方式,一般可以使用30~60 a。碎岩砂作为土壤覆盖物,一般覆砂厚度为15 cm左右,其蓄水、增温、抑制蒸发等综合功能次于鹅卵石。红砂一般覆盖厚度需要达到20 cm左右,蓄水、增温、抑制蒸发等综合功能又次于碎岩砂,且易破碎和土混合形成土砂混合介质,老化速度快。

土壤饱和含水量是指土壤中所有孔隙全部被水充满,土壤水分处于饱和状态时的含水量^[11]。也称为土壤最大持水量或土壤全容水量,当土壤完全饱和时,其土壤水吸力为零。一般情况下,土壤的饱和含水量与土壤水分保持和蓄集的能力呈正比。饱和含水量也是农业生产中重要的水分特征参数,特别是在水田和降水较多的地区。容重是指土壤在自然垒结状态下单位体积中土壤颗粒和土壤空隙的质量,其能够综合反映土壤颗粒之间紧实程度和土壤孔隙状况^[12],直接影响土壤储存水分的“库容”的大小,是决定土壤导水性质的一个重要参数之一。毛管断裂含水量、凋萎系数、饱和导水率、饱和含水量、水分特征曲线、土壤有效水等指标均可与土壤容重建立相关关系^[13-16],可为研究水肥运动和土壤盐分的转移打下基础。因此,研究土壤表层覆盖砂石的种植模式,对我国西北干旱区高效发展旱作节水农业、盐碱地控

制及改良和荒漠地区植被恢复与重建等方面均具有实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于皋兰县。皋兰县位于东经103°32′~104°14′,北纬36°05′~36°51′,总面积2 476 km²。地势为南低北高、东低西高,其中山脉多为南北走向,海拔高度为1 459.2~2 445.2 m,相对高差986 m。县内大小砂沟、土沟成千上万,是该地区水土流失侵蚀的发源地。气候属温带半干旱气候,年平均气温为7.2℃,年均降水量约为266 mm,年均蒸发量达到1 660 mm,降水量不足蒸发量的20%,年均日照2 768 h,无霜期144 d。

1.2 测定方法

在皋兰县水阜乡,选择地势平坦、周围环境高度一致的2块地(相同地型和土层),确保土壤含水率的准确性。其中一块为种植年限为15 a的砂田,另一块裸地(无植被覆盖)作为对照(CK),面积均为40 m×40 m。按正方形取样法在每块田以10 m为间隔取16个样点,通过环刀法分层测定裸地和砂田0~40 cm土层的土壤容重,每10 cm土层取1个样品,为方便记载,将0~10 cm土层标记为第1土层,10~20 cm土层标记为第2土层,20~30 cm土层标记为第3土层,30~40 cm土层标记为第4土层。测定砂田土壤容重时,应先揭去表层覆砂,然后用环刀法分层测定其容重。测定饱和含水率时,将环刀浸入水中直到饱和,然后采用烘干法测定。根据测定结果对砂田、裸地土壤容重和饱和含水率的变化及其相互关系进行分析。

2 结果与分析

2.1 砂石覆盖对土壤容重的影响

通过测定裸地和砂田不同土层的容重,绘制裸地和砂田不同土层的容重比较图(图1)。从图1可看出,裸地的土壤容重随土层加深呈现先增加后减小的趋势,砂田土壤容重则呈现先减小后增大的趋势。土层前3层裸地容重皆大于砂田,第2层达到最大值,为1.28 g/cm³,而砂田该层容重最小,为1.21 g/cm³。砂田在第4层容重达到最大值,为1.26 g/cm³。以上结果表明,砂石覆盖有减小表层土层容重的作用,该作用在10~20 cm土层最明显。0~30 cm土层是农作物根系的主要分布区,相比裸地,砂田该层土壤比较疏松,更适合植物根

系发育。

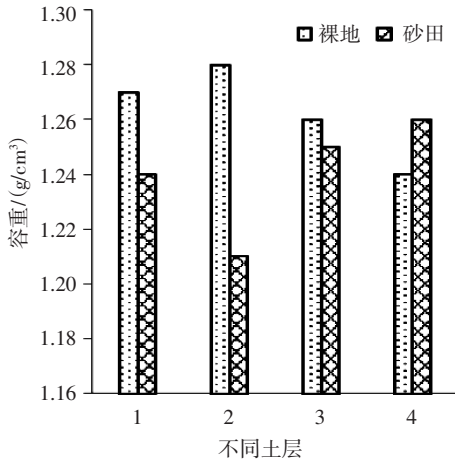


图 1 裸地和砂田不同土层的土壤容重

2.2 砂石覆盖对土壤饱和含水率的影响

通过测定裸地和砂田不同土层的饱和含水率，绘制为裸地和砂田不同土层的饱和含水率比较图(图2)。从图 2 可以看出，裸地的饱和含水率随土

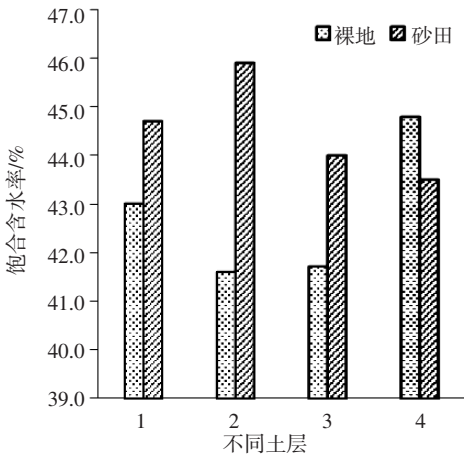
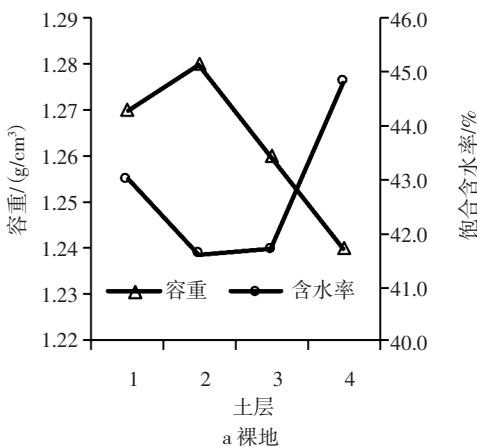


图 2 裸地和砂田不同土层的土壤饱和含水率



层加深呈现先减小后增大的规律，在第 4 层达到最大值 43.5%；砂田呈现先增大后减小的规律，在第 2 层达到最大值 44.8%。相比裸地，砂田近表土层吸水 and 储水能力更强，更适合农作物生长。

2.3 土壤饱和含水率对容重的响应

土壤容重的改变影响饱和含水率的改变及作物根系的发育。从图 3 可以看出，裸地和砂田都存在如下规律，即随土层加深，土壤容重先增加后减小，饱和含水率先减小后增大。土壤容重和饱和含水率呈现完全相反的变化规律，容重增大，饱和含水率减小；容重减小，饱和含水率增大。

土壤容重减小，毛管孔隙度、非毛管孔隙度和总孔隙度都会增大。孔隙度的增加会促进“土壤水库”库容增加，对农作物的供水能力加强，农作物根系更易吸收土壤水分，能够满足供给作物生长发育的水分需求，有助于农作物生长和抵抗干旱。对图 3 中土壤容重和饱和含水率随土层变化的趋势分别进行拟合，得出裸地、砂田饱和含水率与土层的拟合函数和相关系数，裸地、砂田的容重与土层的拟合函数和相关系数(见表1)。

由表 1 可以看出，裸地、砂田的饱和含水率及容重均随土层加深呈二次多项式关系。其中裸地饱和含水率与土层深度为正相关关系，容重与

表 1 拟合函数和相关系数

地块类型	饱和含水率	容重
裸地	$y=1.125x^2-5.075x+47.025$ $R=0.9916$	$y=-0.0075x^2+0.0265x+1.2525$ $R=0.9740$
砂田	$y=-0.425x^2+1.575x+43.775$ $R=0.8296$	$y=0.01x^2-0.04x+1.265$ $R=0.8018$

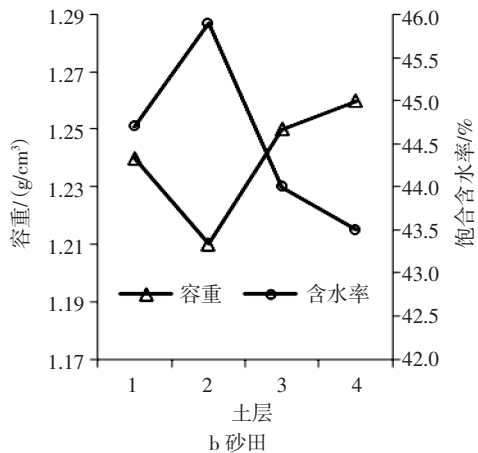


图 3 裸地、砂田不同土层的土壤容重和饱和含水率的变化

土层深度为负相关关系, 相关系数介于 0.974 0 ~ 0.991 6; 砂田饱和含水率与土层深度呈负相关关系, 容重与土层深度为正相关关系, 相关系数介于 0.801 8 ~ 0.829 6。

为得到研究范围内土壤总体容重和饱和含水率的差异性, 对土壤 0~40 cm 的容重和饱和含水率取均值, 绘制出图 4。

由图 4 可以看出, 土壤平均容重和平均饱和含水率呈此消彼长的现象, 裸地平均容重较砂田增加了 1.61%, 平均饱和含水率减少了 3.82%, 即覆砂可以起到减小土壤密实度的功效, 进而增加了土壤的储水能力。

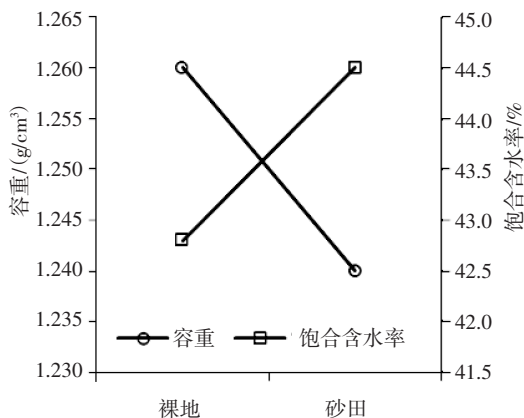


图 4 裸地和砂田 0~40 cm 土层土壤平均容重和饱和含水率

3 结论

通过分析裸地和砂田土壤容重和饱和含水率, 以及土壤容重和饱和含水率之间的关系, 认为裸地的容重和饱和含水率随土层增加分别呈指数负相关和指数正相关, 容重在 10~20 cm 土层达到最大值, 为 1.28 g/cm³, 饱和含水率在 30~40 cm 土层达到最大值, 为 43.5%; 砂田的容重和饱和含水率分别呈指数正相关和指数负相关, 容重在 30~40 cm 土层达到最大值, 为 1.26 g/cm³, 饱和含水率在 10~20 cm 土层达到最大值, 为 45.9%。砂石覆盖可以减小耕作层土壤容重, 增加耕作层饱和含水率。随土层加深, 土壤容重和饱和含水率呈现完全相反的变化规律, 容重增大, 饱和含水率减小; 容重减小, 饱和含水率增大。裸地的平均容重较砂田增加 1.61%, 平均饱和含水率减少了 3.82%。0~30 cm 土层土壤容重裸地 > 砂田, 饱和含水率裸地 < 砂田, 即砂田近表土层土壤滞留储水量和水分蓄持能力强, 更利于农作物生长发育。

参考文献:

- [1] 康恩祥, 何宝林, 刘晓伟, 等. 不同粒径砂砾石覆盖对砂田西瓜土壤微生物和酶活性的影响[J]. 长江蔬菜, 2011(24): 52-54.
- [2] 张继红, 康恩祥, 何宝林. 砂砾粒径对砂田西瓜根际温度的效应[J]. 甘肃农业科技, 2014(10): 41-45.
- [3] 邵存应, 康恩祥, 何宝林. 砂田甜瓜套作向日葵系统的养分利用研究[J]. 甘肃农业科技, 2014(10): 50-52.
- [4] 杜延珍. 砂田在干旱地区的水土保持作用[J]. 中国水土保持. 1993(4): 36-39.
- [5] LI X Y, GONG J D, GAO Q Z, *et al.* Rainfall interception loss by pebble mulch in the semiarid region of China [J]. J Hydrol., 2000, 228: 165-173.
- [6] FIGUEIREDO T, POESEN J. Effects of surface rock fragment characteristics on interrill runoff and erosion of a silty loam soil[J]. Soil Till Res., 1998, 46: 81-95.
- [7] 王占军, 蒋齐, 何建龙, 等. 宁夏环香山地区砂田土壤肥力特诊分析[J]. 水土保持学报, 2010, 24(2): 201-204.
- [8] TEJEDOR M, JIMÉNEZ C, DÍAZ F. Volcanic materials as mulches for water conservation[J]. Geoderma, 2003, 117(3/4): 283-295.
- [9] 李生宝, 王占军, 王月玲, 等. 宁南山区不同生态恢复措施对土壤环境效应影响的研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(4): 20-22.
- [10] 原翠萍. 砂石覆盖对蒸发和入渗产流过程影响的试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [11] 吕殿青, 邵明安, 刘春平. 容重对土壤饱和和水分运动参数的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 154-157.
- [12] 郑纪勇, 邵明安, 张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 53-56.
- [13] 李卓, 吴普特, 冯浩, 等. 容重对土壤水分蓄持能力影响模拟试验研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(4): 611-620.
- [14] 薛亮, 马忠明, 杜少平. 连作对砂田土壤质量及西瓜产量与品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2011(6): 7-10.
- [15] 鲁长才, 黄治国, 李忠鑫, 等. 压砂田不同覆盖方式的田间效应分析[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(1): 8.
- [16] 陈士辉, 谢忠奎, 王亚军. 砂田西瓜不同粒径砂砾石覆盖的水分效应研究[J]. 中国沙漠, 2005(5): 433-436.

(本文责编: 郑立龙)