

宣城市主要旱耕地土壤类型的水分特征

李贤胜¹, 尚健¹, 胡德春¹, 沈田国²

(1 安徽省宣城市土壤肥料工作站, 安徽宣城 242000; 2 安徽省郎溪县土壤肥料工作站, 安徽郎溪 242100)

Water Characteristics of Main Types of Cultivated Dryland in Xuancheng

LI Xian-sheng¹, SHANG Jian¹, HU De-chun¹, SHEN Tian-guo²

(1 Xuancheng Soil and Fertilizer Station, Xuancheng, Anhui 242000, China; 2 Langxi Soil and Fertilizer Station, Langxi, Anhui 242100, China)

摘要: 研究安徽省宣城市旱耕地土壤在不同水吸力条件下的土壤水分特征, 结果表明: 在同一吸力条件下, 旱耕地土壤类型不同, 土壤含水量也不同; 一般底土的含水量高于表土, 深松土能够增加土层蓄水; 不同耕作方式下, 土壤含水量也不相同, 休耕对蓄水具有明显作用。

关键词: 含水量; 水分曲线; 土壤; 深度; 宣城市

中图分类号: S152.7

干旱缺水是我国面临的重大资源环境问题之一。水资源源于天然降水, 降水产生地表径流, 入渗地下形成土壤水和地下水, 转化成可以利用的水资源。土壤水分一直是土壤学的一个基本研究问题^[1-4]。宣城市属于亚热带季风性湿润气候, 但由于降水时空分配不均, 水资源利用率低, 农业生产经常受到伏秋干旱的威胁, 因此开展旱耕地水分的研究, 有利于政府部门准确地引导和组织农民进行农业结构调整和生产布局, 做出科学的宏观决策, 有利于为农技推广部门和农民适时采取补充灌溉及农田蓄水保墒措施, 提高旱地补水和施肥效益提供科学依据。

1 研究区概况

宣城市处于长江中下游平原向皖南山区过渡地带, 境内地势南高北低, 地形地貌复杂, 属于亚热

带季风性湿润气候, 年均温度 15℃, 年均日照时数 2017 h, 日照率 49%, 无霜期 230 天左右, 年均降水 1300 mm。自然植被以壳斗科、冬青科、樟科、松科、杉科、竹亚科植物为主, 人工植被以水稻、油菜为主。全市国土面积为 12340 km², 水田面积 18.92 万 hm², 旱耕地面积 9.77 万 hm², 园地 4.7 万 hm²。旱耕地主要土壤类型有: 棕红土、马肝土、青龙(耕种)红土、涛城(耕种)红土、潮土等^[5]。

2 研究方法

2.1 土样类型及采样方法

在宣城市不同乡镇旱耕地主要土壤类型中选取棕红土、马肝土、涛城(耕种)红土、潮土、青龙(耕种)红土典型旱耕地地块(表 1), 用直径 40 mm × 20 mm 环刀采取表土(0~15 cm)和底土(15~30 cm)的土样, 每层重复 3 次。另外, 在宣州区黄渡

表 1 供试土样基本信息

	棕红土	涛城(耕种)红土	马肝土	潮土	青龙(耕种)红土
地点	宣州区黄渡乡	旌德县旌阳镇	广德县邱村镇	泾县城关镇	宁国市青龙乡
成土母质	第四纪红色黏土	花岗岩类残坡积物	下属系黄土	近代河流冲积物	泥质岩类残积物
土壤质地	轻黏土	中壤土	中壤土	中壤土	轻黏土

乡成土母质均为第四纪红色黏土、质地均为轻黏土的棕红土旱耕地中,选取不同利用方式(在田作物、休耕 1 年、休耕 2 年、耕松表土)的田块,用直径 40 mm × 20 mm 环刀采表土(0 ~ 20 cm)土样,每个类型重复 3 次。

2.2 土壤水分曲线类型分析方法

将上述装存土样的环刀放在选定的压力板上,用无气水将备好的土样充分饱和,放在压力室内,加压到所需压力上,等平衡后,切断气源,取出土样称重。根据预定的不同压力重复以上工作,取得不同压力土样的土壤含水量。

3 结果与分析

表 2 和表 3 分别为不同类型土壤和同一类型土

壤在不同利用方式下所测出的土壤含水量。

3.1 不同类型土壤的含水量

一般土壤吸力范围划分 3 段:吸力值 $< 1 \times 10^5$ Pa 为低吸力段,吸力值在 $1 \times 10^5 \sim 15 \times 10^5$ Pa 为中吸力段;吸力值 $> 15 \times 10^5$ Pa 为高吸力段^[6]。 15×10^5 Pa 以下的中、低吸力段相当于有效水的下限范围,是能被植物吸收利用的范围。从表 2 可以看出:在同一水吸力段范围内,由于旱耕地类型不同,土壤含水量也不同。吸力分别为 0.33×10^5 Pa (田间持水量)、 0.8×10^5 Pa (阻滞含水量)和 15×10^5 Pa (凋萎系数)时,土壤含水量由高至低依次均为马肝土、棕红土、青龙(耕种)红土、潮土、涛城(耕种)红土。这与土壤质地相关,土壤的黏粒含量愈高,同一吸力条件下土壤含水量愈大。

表 2 不同土壤类型在不同水吸力下的土壤含水量 (g/kg)

水吸力 ($\times 10^5$ Pa)		0	0.33	0.8	2.5	5	10	15
棕红土表土	0 ~ 15 cm	343.1	231.4	227.7	179.7	17.93	178.4	176.7
	15 ~ 30 cm	336.1	263.5	261.4	230.5	230.0	226.7	224.8
涛城红土表土	0 ~ 15 cm	302.1	125.3	114.0	89.2	79.3	70.1	68.2
	15 ~ 30 cm	256.4	133.4	124.0	100.8	92.1	83.4	81.6
潮土表土	0 ~ 15 cm	334.1	212.3	203.3	151.7	140.0	123.9	120.8
	15 ~ 30 cm	337.5	235.2	219.5	168.3	156.9	141.9	141.7
马肝土表土	0 ~ 15 cm	324.3	251.7	239.0	174.9	156.3	138.5	136.9
	15 ~ 30 cm	339.6	256.4	242.1	189.5	164.9	144.6	142.8
青龙土表土	0 ~ 15 cm	361.7	217.6	205.0	152.6	141.3	127.8	122.4
	15 ~ 30 cm	318.0	210.8	200.1	165.0	149.0	132.9	124.9

表 3 棕红土(0 ~ 20 cm)在不同耕作方式下的土壤含水量 (g/kg)

水吸力 ($\times 10^5$ Pa)	0	0.33	0.8	2.5	5	10	15
在田作物	364.7	219.7	209.1	178.2	168.6	166.4	159.2
休耕 1 年	288.4	215.3	206.5	156.3	144.4	132.3	131.9
休耕 2 年	435.0	240.3	235.5	184.8	181.9	178.8	175.4
耕松表土	530.6	229.1	224.5	178.1	177.9	175.5	170.6

3.2 同一类型土壤不同深度的含水量

表 2 表明,在同一吸力段范围内,同一类型的土壤不同的深度,土壤含水量存在一定的差异。同一吸力段土壤含水量为底土高于表土,这是表土的黏粒随雨水渗透到底部,导致底土黏粒含量有所增加所致。同样可以看出,深松土壤有促进降水入渗,增加深层蓄水,增加土壤对降水的调蓄能力,以及保水提高降水利用率等作用。

3.3 不同耕作制度下土壤的持水性

表 3 表明,在同一吸力范围内,同一类型的土壤由于耕作制度的不同,土壤含水量也不相同。吸力分别为 0.33×10^5 Pa (田间持水量)、 0.8×10^5 Pa (阻滞含水量)和 15×10^5 Pa (凋萎系数)时,土壤含水量由高至低依次均为休耕 2 年、耕松表土、在田作物、休耕 1 年,这表明休耕对保蓄土壤水分是有较明显的作用。

3.4 拟合的土壤水分曲线

土壤水分曲线反映土壤水分的数量与能量之间的关系, 也反映土壤保持水分的状况, 所以又称土壤持水曲线, 是研究土壤水分特征的重要曲线^[6-7]。选用的土壤水分特征曲线的数学模型为:

$$\theta = aS^b$$

式中: S 为土壤吸力, θ 为土壤重量含水量, a、b 为参数。

用最小二乘法拟合分析实测的土壤含水量和土壤吸力的数据, 所获得的参数及数学模型见表 4 和表 5。从表 4 和表 5 可以看出, 实测的水分特征曲线反映了土壤含水量和土壤吸力之间存在着幂函数关系, 但不同类型的旱耕地土壤水分特征曲线有所不同, 同一类型旱耕地土壤, 利用方式不同水分特征曲线也有所不同。

表 4 不同土壤类型在不同水吸力下的土壤水分特征曲线模型

土壤类型	土层深度	数学模型	相关系数 (r)
棕红土表土	0 ~ 15 cm	$\theta = 21.094S^{-0.080}$	-0.914
	15 ~ 30 cm	$\theta = 25.044S^{-0.046}$	-0.935
涛城红土表土	0 ~ 15 cm	$\theta = 10.563S^{-0.169}$	-0.995
	15 ~ 30 cm	$\theta = 11.614S^{-0.138}$	-0.994
潮土表土	0 ~ 15 cm	$\theta = 18.298S^{-0.162}$	-0.986
	15 ~ 30 cm	$\theta = 20.197S^{-0.146}$	-0.984
马肝土表土	0 ~ 15 cm	$\theta = 21.008S^{-0.167}$	-0.978
	15 ~ 30 cm	$\theta = 22.039S^{-0.169}$	-0.989
青龙土表土	0 ~ 15 cm	$\theta = 18.576S^{-0.162}$	-0.987
	15 ~ 30 cm	$\theta = 18.636S^{-0.143}$	-0.993

表 5 棕红土 (0 ~ 20 cm) 在不同耕作方式下的土壤水分特征曲线模型

耕作方式	数学模型	相关系数 (r)
在田作物	$\theta = 19.930S^{-0.090}$	-0.985
休耕 1 年	$\theta = 18.710S^{-0.144}$	-0.979
休耕 2 年	$\theta = 21.738S^{-0.092}$	-0.940
耕松表土	$\theta = 20.858S^{-0.084}$	-0.935

4 结论

(1) 同一吸力条件下, 宣城市旱耕地土壤类型不同, 土壤含水量也不同, 在低吸力阶段, 土壤含水量由高到低依次是马肝土、棕红土、青龙 (耕种) 红土、潮土、涛城 (耕种) 红土。在中吸力阶段, 土壤含水量由高到低依次是棕红土、马肝土、青龙 (耕种) 红土、潮土、涛城 (耕种) 红土。

(2) 同一吸力条件下, 同一类型的土壤不同的深度, 土壤含水量也不相同, 一般底土高于表土, 深松土能够增加土层蓄水, 提高降水利用率。

(3) 不同耕作制度, 土壤含水量也不相同, 休耕对蓄水具有明显作用, 具体情况需要进一步研究。

参考文献:

[1] 龚元石, 廖超子, 李保国. 土壤学报, 1998, 35 (1):

11-15

[2] Liu XZ, Kang SZ, Shao MG. Effect of shading on gas exchange of cotton leaves under conditions of different soil water contents. *Pedosphere*, 2000, 10 (1): 77-80

[3] 周凌云, 陈志雄, 李卫民. TDR 法测定土壤含水量的标定研究. *土壤学报*, 2003, 40 (1): 60-64

[4] Sun YR, Ma DK, Lin JH, Schulze Lammers P, Damerow L. An improved frequency domain technique for determining soil water content. *Pedosphere*, 2005, 15 (6): 805-812

[5] 安徽省土壤普查办公室编. 安徽土种志. 北京: 科学出版社, 1989: 9-14

[6] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学. 北京: 清华大学出版社, 1989: 19-24

[7] Jury WA. *Soil Physics*. Printed in the United State of America, 1991: 61-64