

# 甘肃半干旱区农田土壤水分动态 及贮水效率分析

朱润身 高世铭 祁国元

(甘肃省农科院)

## 提 要

本文通过定位观测结果分析指出:甘肃半干旱地区农田土壤水分特点是,贮水容量大,有效水多,但土壤水分损耗期和休闲期无效蒸发多,水分相对稳定期保水能力强,作物利用土层浅,为可利用有效水的低含量区。在本地区进行豆、麦合理轮作及寻找防止无效蒸发措施,对提高有限土壤水分利用有重要意义。

关键词:土壤水分动态 贮水效率 可利用有效水

甘肃省中部半干旱地区,为雨养农业区,干旱是限制这一地区粮食作物产量提高的主要障碍因素。土壤水分的保蓄和利用是旱地农业生产的中心环节。为此对甘肃半干旱地区农田土壤水分的运行规律及储水效率进行了研究,以期对粮食发展提供水分依据。

## 一、试验区条件和方法

试验设在甘肃省农科院定西实验区,该区年平均降雨量415mm,年平均气温 $6.0^{\circ}\text{C}$ ,干燥度3.35,海拔高度1932~2520m,属典型的黄土丘陵沟壑区,气候为半干旱气候类型,主要土壤为黄土母质发育成的黑垆土、灰褐土和黄绵土,质地中壤,试验条件在甘肃中部半干旱区有较大的代表性,试验地为黄绵土。

试验采用传统的豆—麦—秋轮作方式,分别种植豌豆、春小麦、马铃薯等作物,连同裸露地共有4个小区,重复3次。土壤水分测定采用烘干法,测定时间为每年3~10月,每月固定5日和20日测定,测深2m,共测15层,0~1m深为10cm一层;1~2m深为20cm一层。本文所用资料为1987年10月20日至1990年3月20日的分析结果,降雨资料来自定西实验区气象站。

## 二、结果与分析

### (一) 土壤水分的基本性质

由表1和图1可知,该地区的代表土壤黄绵土2m深土层容重 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ ,小于0.05粒级含量达85.49%,田间持水量为21.18%,凋萎湿度7.17%,土壤水分达田间持水量条件下有效水含量为14.01%,2m深土层贮水487mm,超过本区年降水总量,有效水量达322.2mm。表明本区土壤贮水容量很大,有效水多,具有较好的水分调节功能。

### (二) 旱地农田水分变化特征

表1 土壤主要水分性质测定结果

深度 (cm)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 (%)	凋萎湿度 (%)	持水量(干土重%)		各粒级含量 (%)			
				田持	饱和	1~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	<0.01
0~17	1.11	57.3	7.68	19.50	23.99	0.18	12.52	57.4	29.9
17~50	1.15	55.8	7.10	20.04	25.50	0.08	13.92	52.4	33.6
50~100	1.15	55.8	7.15	21.72	25.70	0.01	15.49	50.5	34.0
100~150	1.19	54.2	7.13	21.64	25.66	0.08	13.42	53.3	33.2
150~200	1.13	56.5	7.09	21.49	28.91	0.19	15.31	49.8	34.7
0~200	1.15	55.8	7.17	21.18	26.31	0.10	14.42	51.93	33.56

注：土壤吸力和粒级含量系中国科学院西北水保所测。

1. 农田土壤水分的时空变化。图 2 揭示了1989年的裸地、作物地土壤水分年动态变化过程，可以粗略地划分为土壤水分大量消耗期，（3月下旬至7月中旬）、土壤水分增加期（7月下旬至10月中旬）和土壤水分相对稳定期（10月下旬至翌年3月中旬）3个时期。从3个时期变化看到有两个特点：一是土壤水分损耗期处在旱季，蒸发强度大。因此，到7月中旬，裸地和作物地均处于全年土壤水分含量的低谷期，裸地高于作物地60多mm（0~2 m土层）。防止无效蒸发，在本地有一定作用；二是土壤水分相对稳定期，经过长达4~5个月的冬季，土壤保水能力较强，见表 2。该期不但不损失水分，而且在温度梯度作用下，还积聚一部分水分于上层土壤中，一般在0.5%~1.5%之间，高者能达到2.19%，2 m土层折合20~50 mm。抓好秋季储墒，有利于“秋雨春用”，可以发挥冬季土壤水库稳定储水和在半干旱地区调节降雨分配不均的功能。

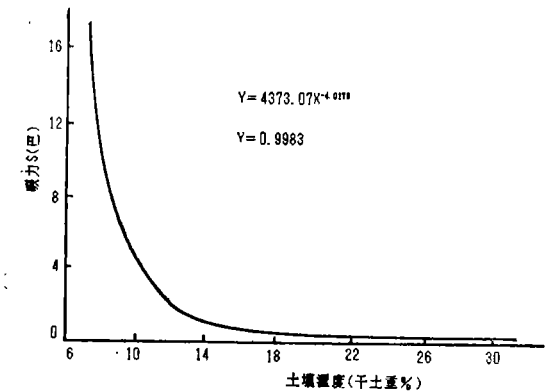


图1 2 m土壤水分特征曲线

2. 农田土壤水分垂直变化，按其不同层次水分变异系数大小（表 3），基本划分为三层：

- （1）水分活跃层，0~50cm土层，土壤水分的变化幅度为8.6%~13.0%，变异系数为18%~30%；
- （2）水分不稳定层，50~120cm土层，变化幅度，裸地为5.9%，春小麦地为6.3%，变异系数为16.3%~16.9%。
- （3）水分相对稳定层120cm以下，土壤水分变化幅度小于2%，变异系数小于6%。

从土壤剖面水分的活跃性看，本区农作物可利用的水分层在0~120cm，库容较小，120cm以下土层的水分，相对稳定，作物不易利用。因此，研究地区农田可利用的土壤水分 为低含量区。

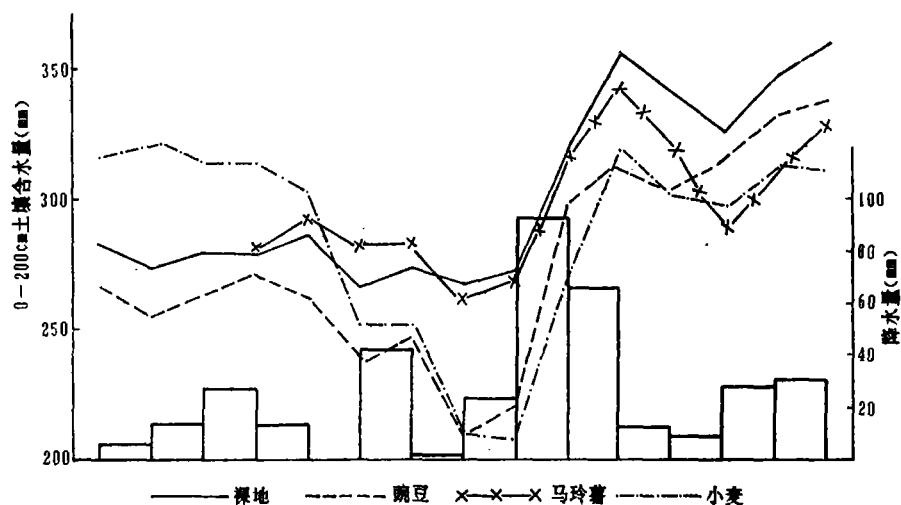


图2 不同作物和裸地土壤水分动态与降雨和小麦生育期的关系(1989)

表2 冬季土壤水分增加比较

作物	深度 (cm)	测定年	土壤水分增加	
			干土 (%)	(mm)
春小麦	0~100	1988年	0.77	8.9
	0~200	1989年	1.58	36.3
豌豆	0~100	1988年	1.02	11.7
	0~200	1989年	1.02	23.4
马铃薯	0~100	1988年	1.59	18.3
	0~200	1989年	2.19	50.4
裸地	0~200	1989年	0.51	11.7

注：1988年和1989年均为10月20日到第2年3月20日测值

### (三) 休闲及其贮水效率

试验包括全年休闲和季节休闲两部分。对全年休闲0~2m深土层统计,雨季后可增加储水量79.13mm,用土壤水分增加量与同期降雨量的百分比值作为贮水效率,则全年休闲地的贮水效率为22.33%;季节休闲,即作物收获后的一段时间休闲。本试验有前茬为小麦和豌豆的休闲地两种,休闲期在雨季的7月20日到10月20日,贮水效率分别为37.87%和49.69%。相比之下,季节休闲比全年休闲贮水效率高,但全年休闲地因常年接纳雨水又常年失水,最终只比豌豆地多贮水7.69mm。本试验所取得的休闲期贮水效率与一些同类地区研究结果一致。由此表明农田土壤水分大量蒸发,损失严重。在本区探索休闲期防止土壤蒸发的措施有重要意义。

表3 农田土壤水分垂直变化

测 定 日 期 (年. 月. 日)	春 小 麦			裸 露 地		
	0~50cm	50~120cm	120~200cm	0~50cm	50~120cm	120~200cm
	(土壤含水量: 干土重%)					
1989.3.20	15.02	12.53	13.34	15.68	9.88	12.21
1989.4.5	15.07	13.85	12.76	12.76	10.68	12.17
1989.4.20	14.59	13.91	12.79	13.29	11.36	11.80
1989.5.5	13.68	13.38	13.71	13.11	11.66	11.87
1989.5.20	11.63	13.36	13.93	13.11	12.42	12.54
1989.6.5	7.19	12.34	12.40	11.32	11.16	11.91
1989.6.20	8.56	10.52	13.24	13.71	10.62	11.74
1989.7.5	5.31	8.21	12.79	10.72	12.16	12.06
1989.7.20	6.75	7.66	12.27	11.06	11.96	12.38
1989.8.5	14.10	9.33	12.11	16.12	13.53	12.23
1989.8.20	18.28	11.81	12.77	19.31	15.54	12.65
1989.9.5	14.85	12.49	12.21	16.08	15.68	13.06
1989.9.20	13.76	13.02	12.12	14.23	14.69	13.48
1989.10.5	16.22	12.45	12.66	16.85	15.47	13.87
1989.10.20	15.84	13.02	12.24	18.00	15.78	14.00
$\bar{x}$	12.72	11.86	12.76	14.21	12.84	12.53
S	3.92	2.00	0.57	2.55	2.09	0.74
CV (%)	30.82	16.87	4.46	18.00	16.26	5.91

## (四) 不同茬口土壤水分恢复能力

表4 列出1987~1989年不同茬口土壤水分的恢复与积累情况, 尽管与年降水多少有关系, 但

表4 不同茬口土壤水分恢复比较

茬 口	1987年	1988年	1989年	平均
	(土 壤 含 水 量: 干土重%)			
豌豆	15.04	13.66	16.37	15.02
春小麦	12.75	11.51	14.46	12.91
马铃薯	11.66	10.23	14.95	12.28
裸露地	—	—	17.20	—

茬口不同, 对土壤水分的贮量影响也很大。可以看出豌豆茬最优, 1989年10月20日测值, 和裸地接近 (达到95%), 能够达到当地的最大恢复量。其次是春小麦和马铃薯, 只能恢复到当地最大恢复量的84%, 以0~2m土层折算, 比豌豆茬地少储水分38mm。因此, 耐旱程度不同, 干旱年尤为明显。在甘肃半干旱地区, 进行豆、麦合理轮作是提高土壤水分恢复率的有效途径之一。



半干旱地区发展柠条可促进  
水分利用, 柠条长势良好

甘肃榆中县



草地施肥提高了水分提用, 增加生物量

甘肃定西县



科研人员野外测定土壤含水量  
(测深 5m)

山西离石县



科研人员野外观测土壤剖面 and 采集土样

甘肃静宁县