

# 内蒙古西部黄土丘陵区土壤水分动态初探

寇志强 王其昌

(内蒙古自治区水利科学研究所·呼和浩特市·010020)

## 提 要

通过对内蒙古西部黄土丘陵区土壤水分的初步研究,表明:该区土壤水分的垂直动态分布分为三个不同层次,即:水分不稳定层(0~40cm);中间过渡层(40~100cm);水分相对稳定层(100~200cm);旱作土壤水分的动态变化与降雨的变化基本一致;作物对土壤水分的消耗主要是当年降雨。

关键词:黄土丘陵区 土壤水分动态 垂直分布

## A Discussion on Soil Moisture Dynamics in Loess Hilly

### Areas of the West Inner Mongolia

Kou Zhiqiang Wang Qichang

(Institute of Water Conservancy Science of Inner Mongolia, Hohhot, Inner Mongolia, 010020)

## Abstract

Through the preliminary study of soil moisture in loess hilly areas of the West Inner Mongolia, it was concluded that the dynamic distribution of soil moisture in vertical direction can be divided into three section, i. e., the fluctuation section (0-40cm), the middle transformation section (40-100cm), the relative stable section (100-200cm). There is agreement between the dynamic changes in soil moisture and the changes in rainfall in arid farmland.

Key words loess hilly areas soil moisture dynamics vertical distribution

内蒙古西部黄土丘陵区,属半干旱地带,年均降雨量多在200~500mm之间,农业生产在该区占有十分重要的位置,但大部分地区主要靠天然降雨,雨养农业,且“十年九旱”造成粮食产量低而不稳,长期徘徊不前,关键问题就是一个“水”字。因此了解土壤水分的动态变化规律,对合理有效地利用有限的降雨,提高粮食产量具有重要意义。

## 一. 基本情况

试验在乌兰察布盟察右中旗头号乡丰正沟子流域进行。该区年均降雨量300~400mm,主要集中在6、7、8、9四个月,年水面蒸发约为降雨量的10倍。土壤以栗钙土为主,质地轻壤、较疏松。

供试地类:裸地、2年生草木樨以及小麦。土壤水分测定采用水分速测仪,测定时间每10天1

次。测深0~2m,每10cm一层,每层测3次,每个处理重复3次,每块地2个剖面。地形:平地。观测时间:1990~1991年。

## 二、试验结果与分析

土壤中的水分运动主要是垂直方向的,即由于重力的下渗运动以及由于蒸发,蒸腾而引起的向上运动。旱作条件下土壤的水分变化主要取决于气候特征和土壤特性。

农田水量平衡包括两个部分:

$$\Delta G = P - (E_p + E_s)$$

$P$ ——降雨量; $E_p$ ——作物蒸腾量; $E_s$ ——土壤蒸发量,即一般情况下,无地下水补给和深层渗漏量。

(一)内蒙古西部降雨的季节分布特点 内蒙古西部地区降雨量年内分配不均匀,冬春雨雪少,降雨多集中在6~9月,降雨量占年降雨量的60%~80%,春秋一般各占15%,冬季仅占1%~3%。

I、II、III试验区1989年至1991年3年降雨量分布及土壤含水量如表1。

表1 1989~1991年降雨量和土壤含水量情况

项 目	月 份												合计	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1989年 降雨量(mm)	9	14	11	12	18	46	62	39	52	20	6	9	318	
1990年	降雨量(mm)	4	5	9	19	21	44	155	122	40	26	9	8	462
	土壤含水量(%)													
	草木樨	—	—	10.61	9.5	5.91	7.1	5.10	14.77	15.01	14.1	14.2	—	
	小麦	—	—	10.00	9.3	6.22	6.1	4.90	11.9	11.44	10.4	9.6	—	
	裸地	—	—	10.12	10.1	6.31	5.4	7.24	17.40	18.50	14.2	12.3	—	
1991年	降雨量(mm)	4	5	12	6	6	39	86	22	22	10	—	—	212
	土壤含水量(%)													
	草木樨	—	—	—	10.67	6.4	6.02	12.1	12.7	13.1	10.6	—	—	
	麦地	—	—	—	10.52	7.5	8.40	11.2	11.8	10.8	10.2	—	—	
	裸地	—	—	—	10.55	8.6	16.40	13.6	14.8	14.1	9.8	—	—	

(二)土壤水分的季节动态变化 在旱作条件下,降雨的多少及分布是决定土壤水分含量多少及动态变化的主要因子,是第一相关因子。根据土壤的水分变化可将其动态变化分成三个阶段。

1、水分强烈消耗阶段:为3~5月份。此期冻土逐渐解冻,温度上升,地表蒸发加强,加之正值春季大风,使地表水分大量损耗,又加上作物用水逐渐增加,也很大程度上消耗掉一定的水分。

2、水分增加蓄墒阶段:为6~9月份。此期为全年降雨集中阶段,虽然此时期作物耗水以及温度都为全年最高时期,但总的趋势仍使土壤水分含量提高。

3、水分缓慢减少阶段:为10~12月份。此期气温及土壤温度逐渐变低,土层直至封冻,而降雨量减至全年最少时期,故而蒸发减弱。土壤水分减少。但变化幅度不大。

因此,土层水分动态与降雨基本趋于一致,但土壤中水分波动滞后于降雨波动,这是由于水分运动需要一定的时间。降雨最多时期为7、8月份,而土壤含水量比此时晚1~2个月。可以说,土壤中水分是随降雨变化而波动的,只是土壤含水量变化平缓些。这里,土壤对天然降雨分配起到一个缓变的作用。正是由于这样,才使土壤起到“调节水库”的作用,将天然水不断地分配给作物。

(三)不同作物对水分动态的影响 从表1还可以看出,不同作物土层含水量不同,说明其对土壤水分动态影响不同,供试作物为同类相邻的地块,立地条件完全相同,随着生长的旺盛,作物不同的生物特性表现出来。因此对土壤水分的利用和影响差异逐渐加大,表1中6、7、8、9月份,土壤水分含量差异较大。当到10、11月份以后,随着植物的衰败,都变成裸地,其土壤含水量逐渐接近,到翌年春,已非常接近。

表2 不同作物水分变化

项 目	裸 地		草 木 樨		小 麦	
	1990年	1991年	1990年	1991年	1990年	1991年
极 差	13.1	6.2	9.1	7.08	7.04	4.3
变化率%	34	18.52	30.56	23.32	22.12	11.77
变化幅度	5.8~7.2	3.1~3.2	5.6~4.3	4.2~3.0	4.0~2.9	2.6~1.0

从表2中看出,裸地的变化较快,其最高值与最低值差一极差最大,变化幅度最大,草木樨地在雨季含水量高于小麦地,根据 $\Delta G$ 公式,说明 $(E_p + E_s)$ 值较小,说明草木樨的保水能力高于小麦。

我们1990年8月8日在另一组试验中测定的结果,也说明不同作物对土壤水分动态的影响不同。其含水量大小顺序:草木樨(14.77%)>箭舌豌豆(14.4%)>胡麻(14.16%)>山药(13.59%)>豌豆(12.78%)>小麦(11.03%)。

(四)土壤水分的垂直动态分布 土壤水分的垂直动态变化,主要受下渗运动和向上的蒸发、蒸腾作用所支配。由于研究地区土壤质地为轻壤且疏松,易下渗,同时,蒸发强烈,平均日蒸发在4mm以上,其水分垂直运动较快,整体位置明显。根据观测结果,土壤垂直水分动态可分成三个不同层次。

1、水分不稳定层:0~40cm,该层与大气邻接,最易受大气降雨及蒸发的影响,同时又是地表作物生长发育活动的主要范围,因此该层土壤含水量最不稳定。如表3,图1,图2所示。

表3 三种作物的土壤含水量测定值(%)

时 间 (年、月)	类 型	10 (cm)	20 (cm)	30 (cm)	40 (cm)	50 (cm)	60 (cm)	70 (cm)	80 (cm)	90 (cm)	100 (cm)	110 (cm)
199011	裸 地	8.8	10.9	13.2	13.6	14.8	14.8	12.6	13.0	10.0	12.1	12.3
	草 木 樨	7.9	11.4	13.9	15.3	16.4	14.9	17.4	15.3	15.2	14.5	13.6
	小 麦	7.0	9.2	10.7	10.1	9.0	8.0	11.1	10.1	9.2	9.3	11.2
199104	裸 地	6.8	11.6	10.8	12.3	12.4	11.2	9.4	10.4	9.8	11.3	11.6
	草 木 樨	6.2	8.5	10.1	10.8	10.4	9.6	11.7	8.9	9.2	8.9	9.5
	小 麦	6.1	8.8	9.6	10.3	11.2	10.5	9.2	9.1	9.5	8.7	8.3
时 间	类 型	120 (cm)	130 (cm)	140 (cm)	150 (cm)	160 (cm)	170 (cm)	180 (cm)	190 (cm)	200 (cm)	平 均	
199011	裸 地	12.1	13.2	12.0	11.4	11.6	12.8	10.2	13.1	13.5	12.3	
	草 木 樨	13.1	14.6	13.3	13.6	13.2	14.6	14.7	14.8	14.7	14.1	
	小 麦	9.4	10.3	10.1	10.3	10.6	9.2	9.0	8.7	9.1	9.6	
199104	裸 地	9.6	10.2	9.7	11.6	12.2	9.3	9.5	9.8	12.5	10.0	
	草 木 樨	9.2	10.1	9.8	8.9	9.1	11.0	8.3	9.0	10.2	9.5	
	小 麦	9.4	8.4	10.0	10.1	8.9	9.1	9.2	10.1	9.7	9.3	

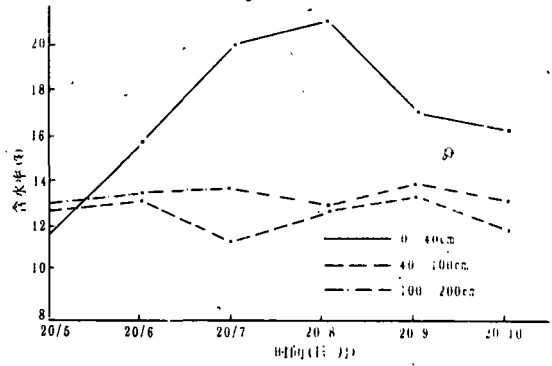
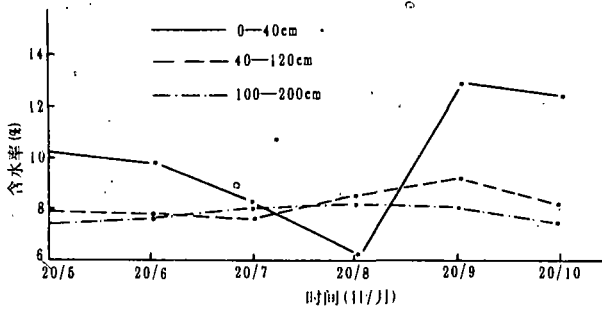


图 1 草木樨(1990年8月测)不同深度水分垂直动态分布 图 2 裸地(1991年8月测)不同深度水分垂直动态分布

2、中间过渡层: 40~100cm, 此层在上下层之间, 雨季受上层高含水区的影响, 水分相对增加, 旱季当上层水分降低时, 由于本身水分含量较上层高, 受蒸发影响水分上移, 另一方面植物根系对此层的水分利用相对减少, 虽受上层变化的影响, 变化低于上层。

3、水分相对稳定层: 在 100~200cm 之间, 由于此层较深, 受大气降雨、蒸发及作物生长发育活动的影响最小, 其水分变化仅受中间层影响, 故而表现为水分动态相对稳定。

应该说, 这种层次的界线不是固定的, 随着年际降雨量的多少及分布而变化, 但变化不会太大。这种变化与季节相关, 即由于降雨的差异而引起 11 月~4 月各层之间含水量差异减小, 趋于一致, 而到了 7~10 月降雨增多, 差异较大, 这说明该土体的水分垂直移动较强。图 3、图 4、表 3 为 11 月与 4 月份 3 种作物地类不同深层含水量测值, 从图及表可以看出, 在经过雨季后 11 月曲线波幅较宽, 说明土壤水分垂直方向水分差异较显著, 而到翌年的 4 月, 波幅变窄, 说明差异减小, 各层水分含量趋于一致。

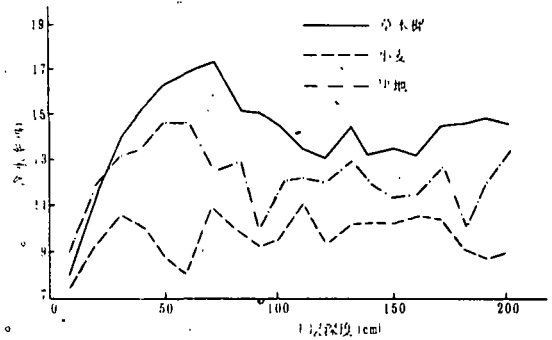
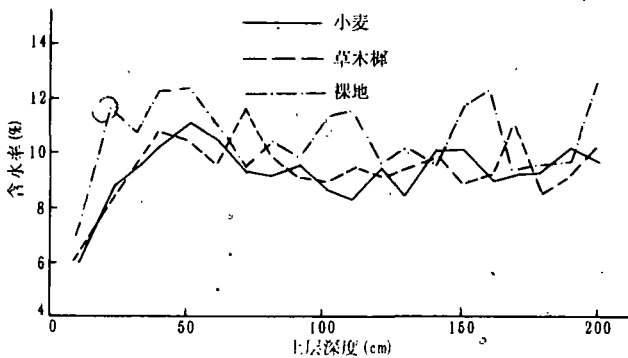


图 3 小麦、草木樨、裸地不同深度土层含水量变化

图 4 小麦、草木樨、裸地不同深度土层含水量变化

从上述图表中可以看出, 不同作物的利用形式对垂直方向上的水分变化影响不同, 也主要是在雨季, 11 月后到 4 月, 其平均值已基本接近。

### 三、小 结

1. 旱作条件下, 土壤水分变化主要取决于降雨, 其动态变化与降雨的变化分布基本一致。全年降雨集中期, 也就是水分含量增加时期, 但时间上晚 1~2 月, 这一点主要取决于土壤的物理特性。

(下转第 77 页)

6.11%,土壤孔隙度则依次减小,其减小的幅度分别为10.69%和5.97%。

表13 不同坡度分层含水量比较

坡度(°)	0~20cm (%)	比较 (%)	20~40cm (%)	比较 (%)	40~60cm (%)	比较 (%)
10	15.3	8.98	16.13	8.33	15.62	3.31
15	14.56	3.70	14.80	-0.60	14.35	-5.09
25	14.04		14.89		15.12	

表14 各坡度容重比较

坡度(°)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	增减 (±)	孔隙度 (%)	增减 (±)
10	1.16	-11.45	56.11	10.69
15	1.23	-6.11	53.72	5.97
25	1.3		5.064	

## 五、结 论

在丘陵旱坡地上,实行垄作与间作后,在产流的情况下均比平作增产,并可拦蓄较多的雨水,减少径流和泥沙,从而取得蓄水保土的显著效益,是一种有效的水保措施。

在嵩县,目前仍有30余万亩坡地,但坡改梯的速度为1万亩/年。因此,在未进行坡改梯之前,或不能进行坡改梯改造的坡耕地,推广应用垄作及间作措施十分必要。

(上接第63页)

2. 内蒙古西部黄土丘陵区,土质较疏松,使水分入渗加快,加之该地区地表水分蒸发强烈,使土壤水分移动加强。

3. 作物生长发育耗水,主要来源于该年生育期降雨,即汛期降雨,而土壤在这里起调节和再分布的作用。

4. 该地区土壤的垂直方向基本可分为三个层次,即0~40cm,40~100cm,100~200cm这三个层次,不同时期水分含量有一定的差异。但主要还是在雨季。土壤水分垂直动态变化,也主要是随着降雨的动态变化而变化的。

(上接第70页)

## 四、结 语

旱源地蓄水保土耕作措施具有投资少、见效快、方法简单、易于推广、蓄水保土能力强、增产效益显著等特点,因此是旱源地改善土壤水肥条件,提高作物产量的重要途径,在生产中很有必要加以推广。同时旱源地蓄水保土耕作措施的研究是一项持久性的工作,目前课题任务虽然已完成,但并不意味着研究工作的结束。四年来的试验研究工作,虽然取得了一些成果,但这仅仅是研究工作的开始,今后我们还要开展进一步的深入研究。