

土壤支持重力水的移动规律 及其对小麦生长的影响

曾 覺 廷

(西南农学院)

水分在土壤中受土粒吸附力、毛管力及重力的影响。当含水量超过田间持水量时,则受重力支配而移动,这种水分即为自由重力水^[2,3]。停滞在弱的或不透水层上的重力水,使一定厚度的土层处于接近或完全饱和持水量状态,这种重力水称作支持重力水。它受静压力的支配,可以沿着不透水层的倾斜面流动,产生土内径流;在地形平坦及土层水平的地区,它便在土层中停滞。所以,我们把支持重力水理解为那些能从土壤剖面中流出、而又与地下水无联系的土壤水分。

支持重力水水层的厚度受剖面中土壤毛管力及水的静压力支配,当水的静压力超过毛管弯月面时,则在土层中产生自由水面,水面的上限即为支持重力水水位。自由水面到不透水层的表面是水分饱和区,而自由水面之上则为毛管水活动区。

由于支持重力水主要来源于上部土层的渗透水,其量不多,而且极不稳定,随着土内径流,并通过毛管水活动层不断供植物蒸腾和土壤蒸发,加以一般土壤底层多少总有些裂隙或蚯蚓洞存在等原因,所以支持重力水水位变化很大而且很快,它具有暂时潜水的特点。因此它对某些土壤的形成过程和肥力的季节变化都起着重要的作用。

支持重力水对于肥力的影响,在我国南方是个极为重要的生产问题。因为凡是有可能产生支持重力水的土壤,大都分布在丘陵中下部,平原或阶地上,而这些土壤正是生产的主要基地。但在过去,对此问题的研究极少,而农民群众在结合气候、土壤、作物三者调节土壤水分方面有着丰富的经验,故研究支持重力水对于肥力的影响不论在理论上和生产上都有重要意义。

作者自1961年以来对于支持重力水移动规律作了初步研究,兹将所得写成本文,期能得到各方指教和引起对这一问题的注意。

一、研究方法

1961年在苏联列宁格勒重壤质生草灰化土上,种植冬小麦,比较5年前深耕地(38厘米)及历年浅耕地(23厘米)的支持重力水差异及其对小麦生长的影响。1964年秋季开始在重庆北碚紫色土上栽小麦,比较不同质地初期潜育型紫色土(大眼坭夹黄坭和砂坭土)的支持重力水差异及其对于小麦苗期和分蘖的影响。此外,还初步比较研究了紫色土丘陵区不同条件下支持重力水差异的原因。

支持重力水水位的变化是用观测管来测定的。观测管为内径3—4厘米的铁管,管的末端1—3厘米的管壁上均匀钻上直径约5毫米的小孔数个,孔间距离1厘米,以便水分

流入,然后在有孔部分的管内填入新鲜水藓类植物或不易腐烂的草杆,以免土壤阻塞水分,最后在管底塞上木塞。

在各块试验地的观测小区里安置一套观测管,每套管的入土深度为 20、40、60、80、100、120、150 厘米,每管相距 30 厘米。观测管的长度应比需要入土深度长 15 厘米,使其露在地面,便于观测。安管方法,首先是用开口土钻或螺旋土钻钻到需要的深度,将管的末端放到洞底,然后用土将管子四周的钻穴填满,在管的上端加盖塞子。

观测支持重力水的季节变化是每旬一次;在研究苗期支持重力水的变化时是逐日或 3—4 日一次。观测方法是用竹棍或铁丝插入管中,量出支持重力水水位距地表的深度。在观测支持重力水变化时,同时记载作物生长状况,测定土壤温度、水分、容重、田间持水量以及其他水分物理特性。

为了进一步探讨土壤中支持重力水的发生与变化,在丘陵区不同地形部位和土壤上直接用土钻钻成 1 米深的观测洞,不安装铁管,以后作不定期测定,每次测定历时 3—4 小时,以便比较。

二、结果及讨论

(一) 支持重力水水位的季节变化

1961 年对重壤质生草灰化土的研究表明,支持重力水有明显的季节变化,而且在不同耕作条件下,支持重力水水位变化是不一致的(图 1)。

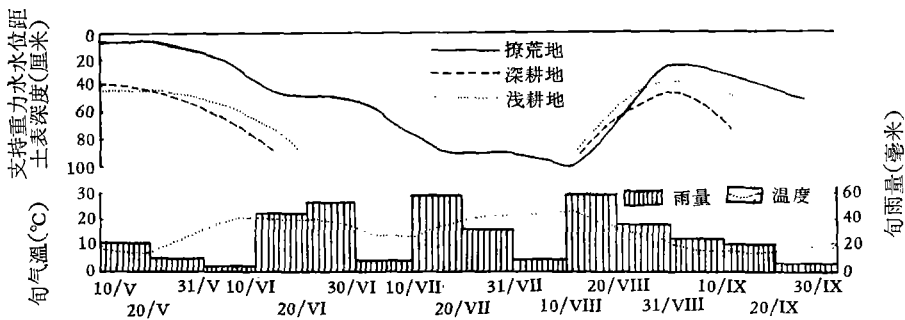


图 1 重壤质生草灰化土支持重力水水位季节变化

由图 1 看出,三种不同处理的地上都表现出明显的支持重力水季节变化,5 月底以前由于冰雪融化,支持重力水上升至表土或亚表土。到 6 月上旬气温上升,作物需水量增加,支持重力水水位急剧下降。在整个夏季,虽然有较多的降雨,但气温较高,又是作物生长旺盛期,耗水量大,故水位继续下降。至 8 月 10 日以后,作物已完全成熟,降雨增加,气温下降,故水位不断回升,到 8 月底,水位几乎升至表土。由此可见,在同一地区和相同土壤上,随着雨量增减及气温升降,随着作物耗水的变化,支持重力水水位发生显著的季节变化。

同时还应指出,土地处理不同支持重力水的变化情况也不相同。撩荒地开垦以后,土壤透水性及蒸发量都增加,故两种耕地的支持重力水水位,在大多数情况下都低于撩荒地的水位。就耕地比较,深耕地比浅耕地的支持重力水水位在春季下降快,秋季上升慢,这

是因为土壤经深耕和施用大量泥炭、厩肥后，造成了约 40 厘米厚的疏松表层，据测定，深耕地比浅耕地透水力增加了 1%，所以深耕地的支持重力水具有下降快和回升慢的特点。

由于不同耕地支持重力水变化不同，影响到作物生长。解冻后到 5 月 20 日，深耕地的小麦已大部分拔节，而浅耕地的小麦只有少数拔节；到 6 月 20 日深耕地大部分小麦已抽穗，而浅耕地仍只有少数。由此可见，深耕地支持重力水下降快，克服了冷而湿的缺点，促进了小麦的发育。

(二) 支持重力水水位的日变化

1964 年秋研究了支持重力水的日变化及其对小麦苗期生长的影响。试验地在西南农学院实习农场紫色砂页岩相间的低丘支沟里，原为水田，1958 年以后改作旱地。观测点 I 号在沟的中上部而 II 号在下部。

观测点 I 的位置比 II 约高 2 米，其侧 2.5 米处有深达 65 厘米的排水沟。砂泥土，除表土 27 厘米为砂壤外，其下至 150 厘米均为轻壤质地。耕层以下的土层有锈纹锈斑，唯在 72—108 厘米处土色紫灰，较紧实，显为原来水稻土的遗迹。

观测点 II 较 I 低平，距测点 2.5—3 米处，两侧各有深达 80 厘米的排水沟。大眼泥夹黄泥，剖面质地中壤至重壤，耕层下出现锈纹，底土有锈斑，在 72—106 厘米处出现浅紫灰色，极紧实土层，具原来水稻土特征。

播种前，深翻 25 厘米，然后整地开畦，I 号地畦面宽为 2.3—2.7 米，畦间沟宽 25 厘米，沟深 10—12 厘米。II 号地的畦面宽 2 米，畦间沟宽 20 厘米，深 20 厘米。播种日期：I 号地为 10 月 24 日，II 号地为 10 月 25 日，小麦品种为山农 205，播种规格是 5 × 8 寸，每窝 12—15 粒。

于播种后 4—5 日埋下观测管，从 11 月 2 日开始观测，以后每 3—4 日测一次，雨后则每天观测，观测从出苗到分蘖为止。

根据四川盆地气候及水文的特点，秋季多雨（北碚平均季雨量 263.1 毫米，占年雨量 27.4%），而且以小雨形式降落，地面径流很少，大都渗入土中，加以气温不高，蒸发不强，这时出现紫色土含水量的高峰，低地土壤常积水。

1964 年 9—10 月多阴雨，少晴天，9 月降雨 126.5 毫米，日照 70.13 小时，10 月降雨 113.7 毫米，日照仅 27.1 小时。

由图 2 可以看出，11 月内两块试验地在 60 厘米土层上都出现了支持重力水，随着 11 月下旬降雨减少，支持重力水水位便逐渐下降。

两种土壤的支持重力水随降雨多少而变化的规律基本上是一致的，但彼此间又有许多重

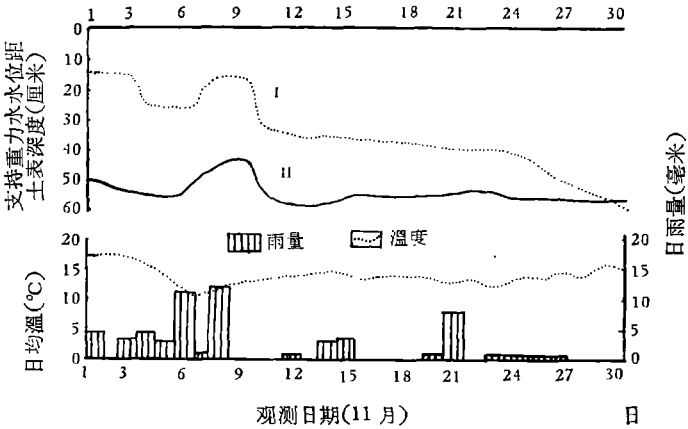


图 2 紫色土支持重力水水位的日变化(1964 年 11 月)

表 1 支持重力水水位升降速度(厘米/日)(1964)

土 壤	观测日期 测前 1 日的雨量 (毫米)	7/XI	9/XI	10/XI	11/XI	12/XI	13/XI
		11.0	11.8	0	0	0	0.15
砂 泥 土		+5.5	+0.5	-7.0	-10.0	-1.0	-2.0
大 眼 泥 夹 黄 泥		+5.5	+0.5	-5.0	- 7.0	-1.0	-1.0

表 2 两种土壤水分、温度比较(1964)

土 壤	土 壤 容 积 含 水 量 (%)					土 温 (°C)				
	日期 土层 (厘米)	9/XI	16/XI	23/XI	30/XI	日期 深度 (厘米)	9/XI	16/XI	23/XI	30/XI
砂 泥 土	0—20	26.87	28.59	33.89	25.75	10	13.5	14.5	11.0	14.5
	20—40	33.04	33.89	33.26	31.28	20	14.5	15.0	12.8	14.7
	40—60	34.81	36.48	34.35	30.50	50	16.0	16.3	15.3	15.5
	60—80	34.20	39.46	36.81	34.17					
	80—100	31.91	35.06	35.31	36.90					
大 眼 泥 夹 黄 泥	0—20	38.71	43.92	35.39	36.50	10	13.5	14.0	11.3	14.0
	20—40	33.47	45.36	35.78	33.40	20	14.0	14.0	13.0	14.0
	40—60	36.92	39.37	36.09	32.82	50	15.0	15.0	14.3	14.5
	60—80	43.21	41.09	42.96	37.89					
	80—100	43.38	43.13	42.85	42.11					

表 3 小麦生长情况比较*(1964)

土 壤	播 种 期	出 苗 期			三 叶 期						分 蘖 期							
		日期	苗高 (厘米)		日期	株高 (厘米)	株重 (克)	根数	根长 (厘米)	根重 (克)	日期	株高 (厘米)	株重 (克)	根数	根长 (厘米)	根重 (克)	分蘖 数	分蘖 率
砂泥土	24/X	29/X	2.5		11/XI	19.4	0.24	6.7	6.4	0.08	27/XI	24.8	0.99	7.9	8.52	0.12	0.6	40.3
大眼泥 夹黄泥	25/X	30/X	2.0		12/XI	21.4	0.29	7.5	5.8	0.04	24/XI	27.4	1.09	7.8	7.0	0.11	1.0	64.3

* 三叶期及分蘖期植株分析,是在 11 月 12 日及 11 月 25 日进行,资料是根据 10 株平均求得。发育阶段是根据 40—80 厘米观测决定。

要的差别。

就观测期内与支持重力水水位出现的最高位置看,多雨时,砂泥土的支持重力水可升至距地面 15—17 厘米,到 11 月中旬,水位虽随降雨量减少而下降,但仍在 40 厘米以上;

而大眼泥夹黄泥上的支持重力水水位,在多雨时,只在 44 厘米以下土层活动,整个观测期基本上都低于砂泥土上的支持重力水水位。

就支持重力水变化的幅度看,观测期中在砂泥土上表现出易升易降的特点,变化的土层深度是 42 厘米,而在大眼泥夹黄泥上则比较稳定,活动土层只 14 厘米。但就各次观测时的土壤含水量资料来看,各层含水量前者都低于后者。这说明在同样降雨条件下,砂泥土的持水力比大眼泥夹黄泥小,故自由水多,因此,雨天砂泥土上支持重力水上升较高,晴天则很快显著下降,至月底,甚至下降到大眼泥夹黄泥的水位以下。

就支持重力水变化速度看,在降雨的次日,水位即上升;反之,天晴无雨则下降。变化的速度由表 1 可以看出,11 月 9 日前由于连续多日降雨,土壤含水量较高,支持重力水水位上升的速度决定于降雨数量,但雨后天晴时,支持重力水水位下降的速度则与土壤性质有关,砂泥土的下降速度大于大眼泥夹黄泥,雨刚停时前者每日下降速度为 7—10 厘米,而后者为 5—7 厘米;3—4 日后两种土壤上水位下降速度都大为减小,每日只下降 1—2 厘米。

以上事实说明,两种土壤的支持重力水有着明显的差别,同时土壤温度和含水量亦有不同(表 2)。反映在小麦生长上亦有较大差别(表 3),在三叶期以前,砂泥土的支持重力水水位高达 15—27 厘米,而大眼泥夹黄泥的水位都活动在 44 厘米土层以下,虽然前者土壤含水量显然低于后者,土温亦高出 0.5—1.0℃,但前者质地较后者为粗,毛管持水量小,多雨时,土壤中的自由水反多于后者,故透气性差,所以,达三叶期时小麦生长弱于后者,这充分说明支持重力水水位高低影响小麦幼苗的生长。

从 11 月 10 日起,两种土壤的水位都下降,但砂泥土基本上仍保持在 40 厘米以上,而大眼泥夹黄泥则降到 55 厘米以下,所以在 大眼泥夹黄泥上的小麦分蘖期比砂泥土上的小麦早 3 天,分蘖率及分蘖数都较高,植株生长也较好(表 3)。

(三) 支持重力水水位以下的土壤含水量变化

在支持重力水水位以下的水分饱和区里,是否土壤含水量都达到饱和持水量,亦即达到饱和持水量是否是出现支持重力水的必备条件的问题,应当弄清楚,才有可能正确说明支持重力水变化的原因。

为了探讨这一问题,现将作者对重壤质生草灰化土(撩荒地)水分物理性质研究的有关资料列成表 4。

由表 4 可以看出,无论在那个季节,整个剖面各个土层都含有一定量的通气孔隙,而支持重力水水位在 5 月 10 日上升到离地表 10 厘米,6 月 10 日达 26 厘米,9 月 10 日达 37 厘米,这些都表明支持重力水饱和的土层,任何时候土壤含水量都低于饱和持水量。同时也表明,不同季节里饱和区内土层为水饱和的程度是不同的;支持重力水水位下的饱和水活动区内,任何时候都未达到饱和持水量。

不同土壤和不同土层具有不同的田间持水量和饱和持水量,因此,在出现支持重力水时,不同土壤或土层具有不同的含水量,由图 2 及表 2 可以证明,土质越粘重,土壤越紧实者,其毛管持水力愈强,在支持重力水饱和区内土壤含水量越高。11 月上旬大眼泥夹黄泥 44 厘米以上土层含水量都高于砂泥土的相应土层的含水量,但前者无支持重力水出现,而后者则有支持重力水产生。这表明,在同样降雨条件下,如果土壤底层透水性弱,则

因砂质土持水力小,易出现支持重力水,反之,粘质土持水力强,不易出现支持重力水,或者支持重力水水位较前者为低。

表 4 重壤质生草灰化土(撩荒地)水气容积变化(1961)

剖面层次 (厘米)	总 孔 隙 (%)			容积含水量(%)			通气孔隙(%)			田间持水量 (%)
	10/V	10/VI	10/IX	10/V	10/VI	10/IX	10/V	10/VI	10/IX	
A ₀ 0—10	70.01	67.41	72.50	34.05	20.34	26.92	35.96	47.07	45.58	36.60
A ₁ {	10—20	55.90	54.64	60.50	42.32	23.63	28.62	13.58	31.01	31.08
	20—26	40.01	52.13	56.00	28.32	21.46	20.94	11.69	30.67	35.06
A ₂ B 26—37	37.82	40.52	54.60	35.11	23.62	21.10	2.71	16.90	33.50	26.40
B ₁ 37—50	41.20	37.69	51.50	34.30	22.56	24.37	6.90	15.13	27.13	27.01
B ₂ {	50—60	38.90	38.90	38.90	34.84	22.62	25.70	4.06	16.28	13.20
	60—70	41.90	41.92	41.92	37.80	28.71	25.05	4.10	13.21	16.87
	70—80	42.70	42.75	42.75	40.75	25.50	23.05	1.95	17.25	19.70
	80—90	38.85	38.85	38.85	37.12	25.13	24.26	1.73	13.72	14.59
C 90—100	37.35	37.35	37.75	36.11	22.42	25.66	1.24	14.93	12.09	—

三、小 结

支持重力水的变化受着气候、地形、土壤、排水沟及耕作措施的影响,在其他条件相同时,则主要决定于土壤的层次性。凡土层较厚,其中下部有较紧实而透水力弱的土层者,均可能产生季节性的支持重力水。四川盆地多秋雨,秋季为一年中土壤含水量的丰水期^[1],在平原台地、谷地及丘陵中下部坡地的土壤中都可能产生支持重力水。

支持重力水的活动具有季节的及逐日的变化特点,它可以出现在各个土层,其水位很不稳定。变化的幅度、上升的高低及速度等主要决定于土壤性质及气候条件。持水力强的土壤较持水力小的土壤,具有变化幅度小、上升不高及变化速度慢的支持重力水。

在支持重力水的饱和水活动区内,土壤含水量大于田间持水量,而低于饱和持水量。饱和水活动区内土壤含水的饱和程度,在不同土壤及不同土层都不相同;在同一土壤甚至在同一土层里,随着季节不同,饱和度也不相同。

在结合不同的耕作措施,研究改良冷性土、胀水地,结合排水措施,降低支持重力水水位,提高水旱两作田的土壤肥力和综合研究土壤肥力演变与气候、地形、作物、耕作等相关性方面,重视土壤支持重力水的研究有着重要的意义。

参 考 文 献

[1] 张代树:紫色丘陵区坡耕地土壤水分变化规律与抗旱保墒的途径。1963年四川省土壤学会报告摘要。
[2] A. A. 罗戴:土壤水。科学出版社,1964年。
[3] A. A. 罗戴:土壤学。中国林业出版社。

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ ПОДПЕРТОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВЛАГИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА РОСТ ПШЕНИЦЫ

ЦЗЭН Цзюэ-тин

(Юго-западный сельскохозяйственный институт)

Резюме

Почвенная подпертая гравитационная влага влияет на почвообразование и развитие некоторых почв и играет большую роль в изменении плодородия почвы. Данная работа, основывающаяся на опытных материалах тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы и фиолетовой почвы, имеет целью выяснить закономерность передвижения почвенной подпертой гравитационной влаги.

Подпертая гравитационная влага изменяется с изменением условий местного климата, рельефа, почвы, размещения системы осушения и системы мероприятий земледения. Однако, при одинаковых внешних условиях ее изменение в значительной степени зависит от горизонтов почвы. В тех почвах, под которыми существуют горные породы или слабый водопроницаемый подпочвенный горизонт, бывает сезонная подпертая гравитационная влага.

Зеркало подпертой гравитационной влаги характеризуется сезонным и дневным изменением по горизонтам почвы, и поэтому уровень зеркала очень не стабилен и может появляться на разных горизонтах. Его амплитуда передвижения, высота подъема и скорость варьирования зависят от характера почвы и условия климата. На сильных водоудерживающих почвах его амплитуда передвижения меньше, высота подъема ниже, и скорость передвижения медленнее, чем на слабых водоудерживающих почвах.

Почвенная влажность в зоне насыщения под зеркалом подпертой гравитационной влаги оказывается больше величины полевой влагоемкости и меньше величины полной влагоемкости. Насыщенность почвы водой в этой зоне для разных почв и разных горизонтов их оказывается не одинаковой, даже в одних и тех же почвах и горизонтах в разные времена года бывает также различной.

В целях улучшения холодного или переувлажненного поля и повышения плодородия почв, на которых выращиваются рис и другие культуры в одном же году, а также и для комплексного изучения отношения между плодородием почвы, рельефом, климатом, культурами и системой земледения, уделять внимание изучению подпертой гравитационной влаги имеет очень большое значение.