

温度对土壤水势影响的研究*

张一平 白锦麟 张君常 刘思春
(西北农业大学)

A STUDY OF THE TEMPERATURE EFFECT ON SOIL WATER POTENTIAL

Zhang Yiping, Bai Jingling, Zhang Junchang and Liu Sichun
(Northwestern Agricultural University)

近代对土壤水分能量的研究,不仅着眼于土壤本身,而且把土壤-植物-大气作为一个连续体系,统一考虑其能量关系,这是土壤水分能量研究的必然趋势^[1,2]。用热力学函数表述水分能量水平和状态,可以统一应用于土壤、植物和大气。因此,土壤水分的热力学函数表达形式,自60年代以来愈来愈引人注目^[3]。

土壤水分热力学函数的研究,国外虽有一些报道,但多系研究粘粒吸附水及粘土矿物悬液的水分热力学函数^[6,7]。国内也开展了这方面的工作^[4]。但对于含水量较高接近田间状态的土壤水分热力学函数的研究资料报道较少。近年来,我们采用已较普遍运用于田间和研究工作的土壤水分势能测试仪器——张力计,研究了多种土壤在不同含水量条件下的热力学函数特性^[5],为土壤-植物-大气连续体系水分热力学函数的研究提供方法,累积资料。温度对土壤水势的影响是这一总课题中首先碰到且需要研究的问题之一。现就这一研究结果简报如下。

一、材料和方法

1. 材料 供试土样为陕西省红油土、垆土、黑垆土三种,其基本理化性质见表1。

2. 方法 用直径100mm,高130mm的有机玻璃筒,装入通过1毫米筛孔的土样作成人工土柱。土柱容重 $1.48/\text{cm}^3$,设三个重复。每个土柱含水量分别配成18%、21%、24%、27%和33%。插入张力计(上海青浦制造,其长25cm)和温度计后,筒上下加盖密封。将有机玻璃筒放入自制的可控制温度的容器内(见图1),张力计和温度计的上部露于控温器外,测定在不同温度条件下,一定土壤含水量在达到平衡时的张力计数值。

* 本文系张君常教授主持的国家自然科学基金资助项目(原中国科学院(准)字203号基金资助课题《土壤-植物-大气连续体系中水分运行力能关系的理论分析》)中,涉及土壤水分热力学性质的部分内容。李宏安参加部分工作。

表 1 供试土样的基本性质

土壤	地点	深度(cm)	有机质(%)	阳离子交换量 (me/100g)	各级颗粒含量(%)			比表面 (m ² /g)
					<0.01mm	<0.05mm	<0.001mm	
红油土	陕西杨陵	0—20	1.12	17.92	45.56	36.63	22.30	272
垆土	陕西渭南市	0—20	1.12	13.07	36.75	27.24	18.10	210
黑垆土	陕西洛川县	0—20	0.92	15.15	34.49	27.10	16.67	180

注: 有机质用重铬酸钾容量法; 阳离子代换量用盐酸-醋酸钙法; 颗粒含量用六偏磷酸钠为分散剂的吸管法; 比表面用乙二醇乙醚吸附法。

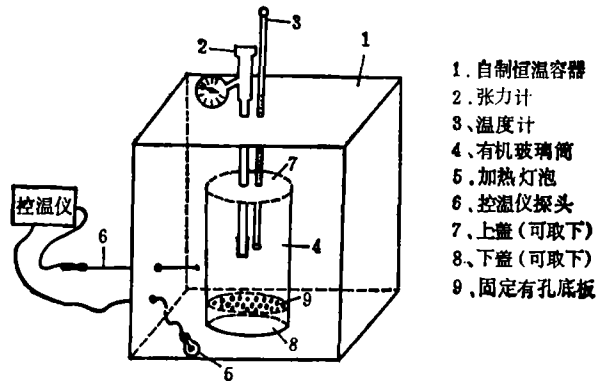


图 1 自制控温装置

二、结果与讨论

(一) 水分特征曲线的特点

供试土样在一定含水量条件, 不同温度时的土壤水吸力值列表 2, 其相应的脱水水分特征曲线如图 2。

由图 2 可见, 不同温度下三种土样的水分特征曲线皆呈现一定的规律性, 在不同含水量条件下, 红油土水吸力均较高, 而垆土和黑垆土较低, 后两者的水分特征曲线相互接近。这与红油土的粘粒含量较高, 比表面较大, 而垆土、黑垆土的粘粒含量较低, 比表面较小, 且相互接近有关, 与一般的结论相符^[3]。

(二) 温度对土壤水势的影响

由表 2 可见, 温度对土壤水势具有明显的影响, 在一定含水量时, 三种土壤皆呈现随温度升高土壤水吸力降低的特点。在测定的含水量范围内, 温度与吸水力之间呈极显著的负相关, 相关系数(r)在 -0.9906 — -0.9990 之间($n=5$)。这是由于温度升高时, 水的粘滞度和表张力降低所致^[3]。因此, 温度升高有助于土壤水分的能量提高。

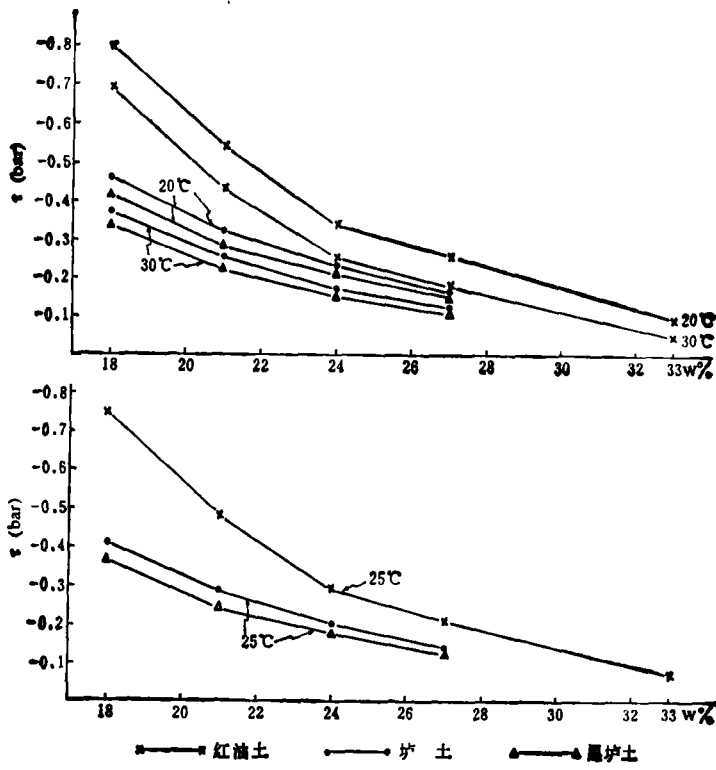


图 2(a) 土壤水分特征曲线

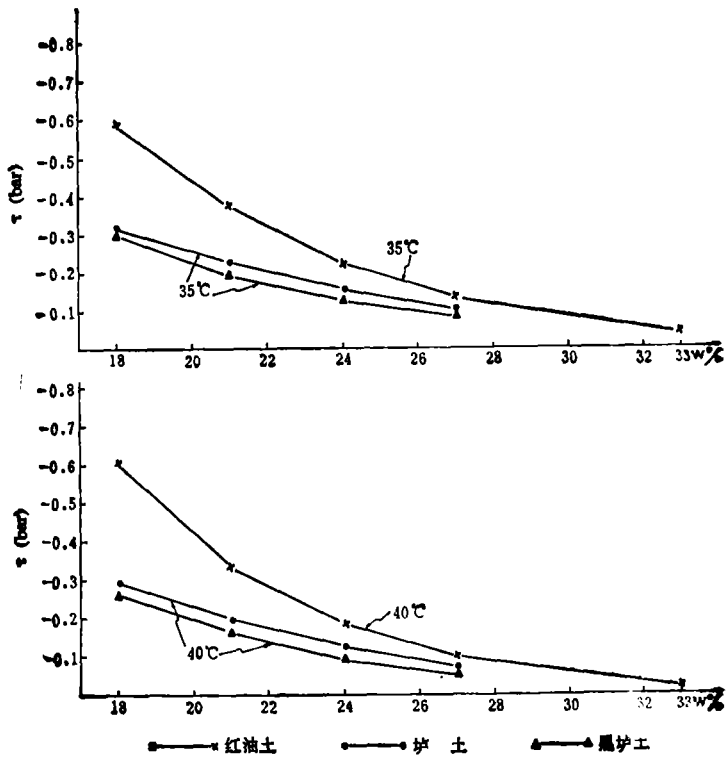


图 2(b) 土壤水分特征曲线

表 2 几种土壤不同含水量及不同温度时土壤水吸力与水势的温度效应

土壤	温度(°C)	含 水 量											
		18%		21%		24%		27%		33%			
		水吸力 mmHg	温度效应 mmHg/°C	水吸力 mmHg	温度效应 mmHg/°C	水吸力 mmHg	温度效应 mmHg/°C	水吸力 mmHg	温度效应 mmHg/°C	水吸力 mmHg	温度效应 mmHg/°C		
红 油 土	20	601	7.0	408	8.8	256	6.4	196	6.6	74	3.4		
	28	566	9.2	364	7.6	224	6.2	163	6.6	57	3.2		
	30	520	8.0	326	9.2	193	5.2	130	5.4	41	2.2		
	35	480	5.6	280	6.8	167	5.0	103	4.8	30	2.0		
	40	452		246		142		79		20			
炉 土	20	348	7.6	243	5.4	175	4.0	124	2.8				
	25	310	5.6	216	4.0	155	4.6	110	3.6				
	30	282	7.8	196	4.4	132	3.6	92	2.8				
	35	243	5.0	174	5.6	114	3.6	78	4.4				
	40	218		146		96		56					
黑 炉 土	20	316	6.6	217	6.8	158	4.4	114	3.2				
	25	283	5.4	183	3.2	136	4.4	98	2.4				
	30	256	5.2	167	4.8	114	4.2	86	3.6				
	35	230	5.4	143	3.0	93	4.4	68	4.2				
	40	203		128		71		47					

注: 温度效应 = $\frac{\text{相邻温度水吸力差值 (mmHg)}}{\text{相邻温度差值 (°C)}}$

从表 2 可见,各供试土样温度效应(温度对水势的影响)的总趋势是随含水量增加而降低,例如红油土含水量为 18% 时,温度效应为 9.2—5.6 毫米汞/度;含水量为 33% 时,温度效应降低到 3.4—2.2 毫米汞/度。比较三种土壤,红油土比垆土、黑垆土温度效应值相对较高,表明红油土中水势对温度的反应更为敏感。

此外,由图 2 可查知,在等吸力时,温度高者,含水量则较低。这可能与温度较高时,土壤水分能量提高,有效水增加,从而导致达到一定水吸力时,所需水分含量相应降低有关。三种土样在同一吸力,不同温度时均呈现规律性顺序:红油土含水量最高,垆土次之,黑垆土最低。这与三种土样粘粒含量的高低顺序一致,说明粘粒含量愈高,在一定温度下达到相同水吸力所需水分愈多。

参 考 文 献

- [1] 朱祖祥,1979: 土壤水分的能量概念及其意义。土壤学进展,第 1 期。
- [2] 张君常,1980: 运用能量概念研究土壤及生物科学是今后发展的必然趋势。陕西农业科学,第 11 卷 4 期。
- [3] 袁剑舫,1986: 土壤水分特征曲线和土壤水分的滞后现象。土壤通报,第 1 期。
- [4] 白锦麟,张一平等,1988: 几种土壤吸附气态水的特性及其热力学函数的研究。土壤学报,第 25 卷 2 期,132—138 页。
- [5] Kolaian. J. H., Low. P. F., 1962: Thermodynamic properties of water in suspensions of montmorillonite. In: *Days and Clay Minerals*, 9:71—84.
- [6] Глобуса А. М. (Переводиредакция), 1966: Термодинамика Почвенной Влагги. Гидрометеорологическое Издательство.