

陕西省土壤中硫素的含量与分布

尉庆丰 王益权 刘俊良 毕生光 张益民

(农化系)

摘 要

陕西省主要土壤类型和不同肥力水平土壤耕层含硫量测定结果表明, 半干旱、半湿润地区的石灰性土壤和湿润地区非石灰性土壤的含硫量无稳定差异; 两种类型土壤硫素状况的主要区别可能是有机硫和无机硫的相对比例, 即无机硫在石灰性土壤中所占比例较高。低于多数作物有效硫临界值的土壤主要分布在陕南和陕北地区, 关中地区所占比例较小。影响有效硫含量的主要因素是有机质、物理性粘粒和土壤全硫的含量。

关键词: 有效硫; 石灰性土壤; 无机硫; 物理性粘粒; 土壤有机质。

一般说来, 植物体中的含硫量与磷相近, 十字花科、百合科和豆科作物对于硫的需求量较高。在缺硫的土壤中施用硫肥, 不仅可以提高作物产量, 而且还可改进产品品质, 如提高谷类作物的蛋白质、胱氨酸和蛋氨酸的含量以及增加油料作物的含油量等。因此, 硫在农业生产中具有重要的意义。

60年代以来, 随着作物产量的不断提高、含硫肥料及含硫农药施用量的减少, 缺硫范围日益扩大。一般认为: “我国硫素营养的缺乏问题主要在南方, 而在北方可能主要是硫的过多问题”^[1]。因而对于北方石灰性土壤硫素的研究, 极少见诸报道。

我省地跨南、北两方, 秦岭以北的陕北、关中地区的土壤主要为发育于黄土母质和风砂沉积物上的石灰性土壤, 而秦岭以南的汉中、安康地区则以非石灰性土壤(黄泥巴、水稻土等)为主, 具有北亚热带湿润气候条件下土壤的基本特征。可见研究我省土壤的硫素分布, 还具有便于南、北互比的有利条件。

1 材料与方 法

根据土壤的分布规律、主要农业土壤类型和不同的肥力水平, 采集了近年来没有或很少施用含硫化肥的耕层土样115个, 其中陕北28个、关中47个, 陕南40个。

土壤全硫的测定采用 $Mg(NO_3)_2$ 氧化- $BaSO_4$ 比浊法。土样用 $Mg(NO_3)_2$ 消化, 继以 HNO_3 在水浴上消煮, 氧化生成的 SO_4^{2-} 即可测定。土壤有效硫采用 $Ca(H_2PO_4)_2-HOAc$ 浸提剂(酸性土壤)或0.5M $NaHCO_3$ (pH8.5) 浸提剂(中性和石灰性土壤), 浸出液中的少量有机质用 H_2O_2 氧化除尽后测定 SO_4^{2-} 。此外, 我们还测定了土壤有机质($K_2Cr_2O_7$ 容量法)、土壤全氮(开氏法)以及物理性粘粒(吸管法)。

本文于1989年1月11日收到。

• 刘俊良、毕生光和张益民为本校土化系88届毕业生。

表1 陕西省主要耕作土壤的含硫量

地区	土壤类型	采样深度 (cm)	采样地点	样品数	土壤全S (%)				土壤有效S (ppm)				<12 ppm占样品数 (%)
					变	幅	平均数	标准差	变异系数 (%)	变幅	平均数	标准差	变异系数 (%)
陕	紫砂土	0—20	榆林	4	0.003—0.018	0.011	0.006	54.5	7—16	13	4.99	38.4	25
	黄绵土	0—20	米脂、绥德、子长	14	0.006—0.030	0.011	0.006	54.5	6—38	17	7.55	44.4	14
	粘化黑垆土	0—20	洛川	4	0.015—0.016	0.016	0.001	6.3	6—23	14	13.50	96.4	40
	黄壤土		富县	6	0.016—0.025	0.019	0.004	21.1	6—30	22	8.12	36.9	17
			平均			0.014				17			24
关	粘化黑垆土	0—20	长武	4	0.018—0.020	0.019	0.001	5.3	10—32	18	9.60	53.3	25
	黄壤土	0—20	长武、永寿、乾县、凤翔、澄城	29	0.010—0.027	0.018	0.004	22.2	6—89	32	19.10	59.7	13
	壤土	0—20	凤翔、蒲城、澄城	14	0.017—0.032	0.023	0.004	17.4	8—110	41	24.60	60.0	7
			平均			0.020				30			18
陕	绵砂土	0—15	洋县	3	0.003—0.005	0.004	0.001	25.0	4—6	5	1.15	23.0	100
	紫色土	0—15	汉阴县龙岭	3	0.009—0.019	0.013	0.006	46.2	2—14	6	6.66	111.0	67
	冲积泥砂土	0—15	安康县恒口	3	0.024—0.027	0.026	0.002	7.7	12—14	13	1.16	8.9	0
	瘠土	0—15	洋县、城固、西乡	8	0.011—0.032	0.020	0.008	40.0	5—36	16	12.16	76.0	38
南	黄泥巴	0—15	洋县、城固、西乡、平利	10	0.004—0.048	0.021	0.012	57.1	2—43	17	12.23	71.9	30
	钙斑白垆泥	0—15	汉阴县太平	3	0.020—0.025	0.022	0.003	13.6	12—32	19	11.27	59.3	0
	黄砂土	0—15	汉阴县太平	3	0.023—0.028	0.025	0.003	12.0	20—33	27	6.51	24.1	0
	青泥田	0—15	城固、西乡、石泉	7	0.025—0.078	0.042	0.019	45.2	6—156	52	59.04	113.5	29
			平均			0.022				19			33

2 结果与讨论

2.1 土壤硫素的含量与分布

115个土样的测定结果(表1)表明,我省土壤全硫含量在0.003%~0.078%之间,这与我南方土壤的全硫含量0.001%~0.072%十分近似。从地区上来看,陕北地区土壤的全硫含量偏低,均值为0.014%;关中的居中,平均0.020%;陕南较高,平均为0.022%。这一方面与我省土壤中粘粒含量自北而南逐渐增加有关,另一方面也受土壤有机质含量的影响,如陕南地区由于稻田面积较大,土壤中有机质的积累显著地高于陕北和关中。从土壤类型上来看,紧砂土、绵砂土、黄绵土(有机质和粘粒含量都较少)以及紫色土(有机质含量偏低)的全硫含量,其平均值都未超过0.013%,而有机质含量丰富的青泥田、黄砂土和冲积泥砂土的平均全硫量都在0.025%以上。

我省土壤有效硫的含量变动于2~156ppm间,有效硫占全硫的4.6%~15.0%。有效硫含量以关中最高,平均为30ppm;陕南次之,平均19ppm;陕北最低,平均为17ppm。陕南有效硫含量不高的原因,可能与当地雨水充沛、淋洗作用较强有关。

对于多种作物来说,土壤有效硫(0.5M NaHCO_3 或 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ -HOAc浸提)的临界值大致为10~12ppm^[29,3]。若以12ppm为指标,则土壤有效硫含量低于12ppm的为可能缺硫的土壤,在供试样品中约占22.2%(图1b)。陕南、陕北缺硫土壤的比率相对较高,有效硫<12ppm的土样占当地供试样品的比率分别为33%和25%,而关中地区只有15%。由此可见,我省缺硫程度较高的地区是陕南和陕北。

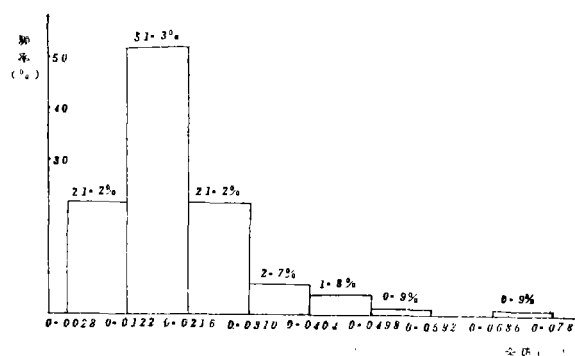


图1a 陕西省土壤全硫频率分布

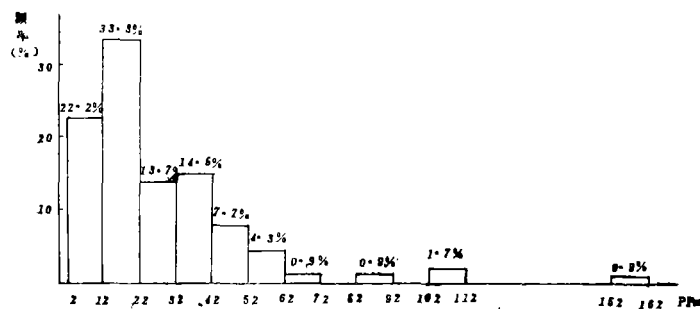


图1b 陕西省土壤有效硫频率分布

测定结果还说明,任何一种土壤类型都有缺硫或可能缺硫的部分,只是程度不同而

已。虽然冲积泥砂土、锈斑白墡泥和黄砂土的供试样品中尚未发现有效硫低于12ppm的情况,但低于22ppm(燕麦的临界值^[4])的土样仍占相当大的比例。

根据测定数据,参考上述有效硫临界值以及我们在陕南部分地区的硫肥试验结果,可将我省土壤的含硫水平初步划作三个档次:

第一类:土壤全硫含量在0.003%~0.013%之间,有效硫含量<12ppm。这类土壤的全硫量偏低,容易发生缺硫现象,绝大多数的紫色土、绵砂土、紧砂土以及大部分的黄绵土属于这一类型。

第二类:全硫含量在0.014%~0.022%范围内,有效硫含量在12~22ppm间。这类土壤的全硫含量不算丰富,有效硫含量不超过某些作物(如燕麦)的临界值,因而在一定条件下可能表现缺硫。大部分的粘化黑垆土、黄泥巴、墡土、冲积泥砂土以及锈斑白墡泥等属于此种类型。

第三类:全硫量为0.023%~0.078%,有效硫含量在23~156ppm间。这类土壤的硫素含量比较丰富,塋土、黄墡土、青泥田及黄砂土的大部分属于此类。

2.2 土壤全C:N:S

陕南湿润地区非石灰性土壤的平均C:N:S比率为83.7:10:1.76,显著地高于陕北、关中的石灰性土壤(分别为102.9:10:2.79和82.6:10:2.58,如表2所示),这与国外的资料基本相符^[5,6]。陕南土壤的C:S比和N:S比分别为48.5:1和5.8:1,而秦岭以北的石灰性土壤则分别降低到35.1:1和3.9:1。一般说来,N:S比率的变化较C:S比率的小,土壤腐殖质中的N:S比值相对稳定,通常不低于6.5。不难看出,陕南地区非石灰性土壤的N:S比率较接近于腐殖质的,而陕北、关中的石灰性土壤的N:S比却与腐殖质的相差甚远。因此,非石灰性土壤中的硫素似以有机态为主,而石灰性土壤中的无机硫则占较高比例(但不一定是主要形态,尤其是对有机质丰富的土壤而言)。这可能就是南方非石灰性土壤和北方石灰性土壤硫素状况的主要区别,而并非土壤的含硫水平。因为从两种类型土壤的全硫含量看不出稳定的差异,而有效硫含量的变化又颇大,很难得出规律

表2 陕西省主要耕作土壤的全C:N:S

地区	土壤类型	有机C(%)	全N(%)	全S(%)	C:N:S
陕	紧砂土	0.51	0.042	0.011	121.4:10:2.62
	黄绵土	0.30	0.033	0.011	90.9:10:3.33
	粘化黑垆土	0.66	0.075	0.016	88.0:10:2.13
北	黄墡土	0.69	0.062	0.019	111.3:10:3.06
	平均	0.54	0.053	0.014	102.9:10:2.79
关	粘化黑垆土	0.69	0.087	0.019	79.3:10:2.18
	黄墡土	0.57	0.071	0.018	80.3:10:2.54
	塋土	0.67	0.076	0.023	88.2:10:3.03
中	平均	0.64	0.078	0.020	82.6:10:2.58
	紫色土	0.60	0.081	0.013	74.1:10:1.60
	冲积泥砂土	1.03	0.198	0.026	52.0:10:1.31
陕	墡土	1.09	0.129	0.020	84.5:10:1.55
	黄泥巴	1.04	0.137	0.021	75.9:10:1.53
	锈斑白墡泥	1.42	0.147	0.022	96.6:10:1.50
南	黄砂土	1.12	0.110	0.025	101.8:10:2.27
	青泥田	1.68	0.166	0.042	101.2:10:2.53
	平均	1.14	0.138	0.024	83.7:10:1.76

性的结论。

2.3 影响土壤硫素状况的因素

2.3.1 土壤有机质

土壤有机质中含有丰富的硫,而且有机硫又是许多土壤中硫素的主要形态,因此,无论非石灰性土壤或石灰性土壤,凡有机质含量较高的,其全硫含量一般也较多。测定结果的回归分析表明,土壤有机质含量与全硫呈线性相关,达极显著水准(图2a)。

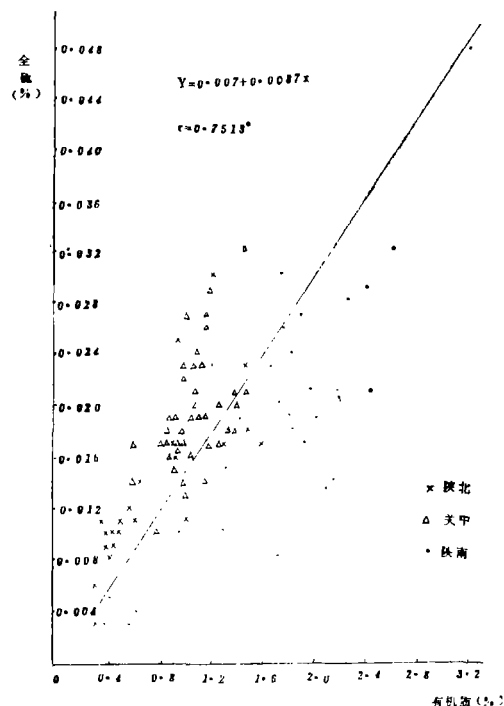


图2a 土壤有机质与全硫的关系

至于有机质对有效硫的影响,则要看有机硫与无机硫的相对比例以及有机硫的矿化条件而定。若有机硫所占比例较高,又有适宜的矿化条件相配合,那么有机质与有效硫之间的相关性便很显著。这在有机质含量较高的陕南地区得到充分地反映

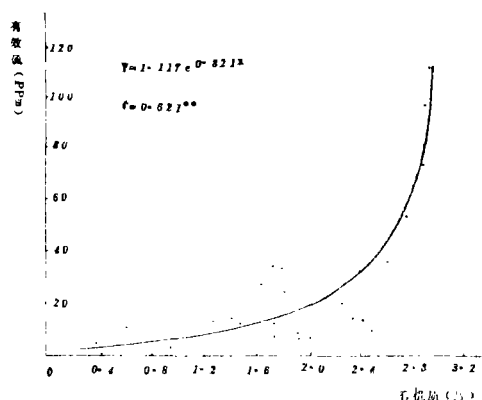


图2b 陕南地区土壤有机质与有效硫的关系

(图2b)。而在陕北和关中由于土壤有机质含量普遍偏低,有机硫所占比例较小,所以有机质与有效硫之间的相关性便易被其它因子(主要是物理粘粒)干扰或掩盖,致使达不到显著水平。

2.3.2 物理性粘粒

通常以物理性粘粒含量反映土壤质地的粗细(卡庆斯基)。在有机质含量相近的情况下,凡含物理粘粒偏少的粗质地土壤,其全硫及有效硫的含量都偏低(如紧砂土及绵砂土等)。由于陕北和关中的土

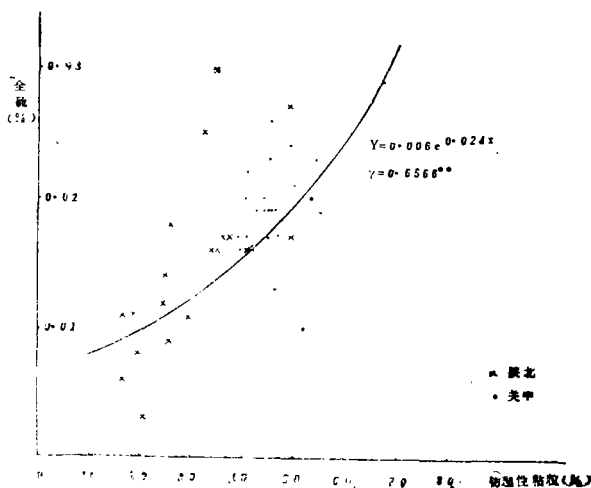


图3a 陕北关中地区物理性粘粒含量与全硫的关系

壤有机质含量比较接近(表2),所以物理粘粒含量与全硫的相关性达极显著水准(图3a),与全有效硫的相关性也可达极显著水准(图3b)。而陕南地区物理性粘粒含量较少的土壤,如冲积泥砂土、锈斑白墡泥、黄砂土以及部分青泥田等,因长期种植水稻,有机质含量

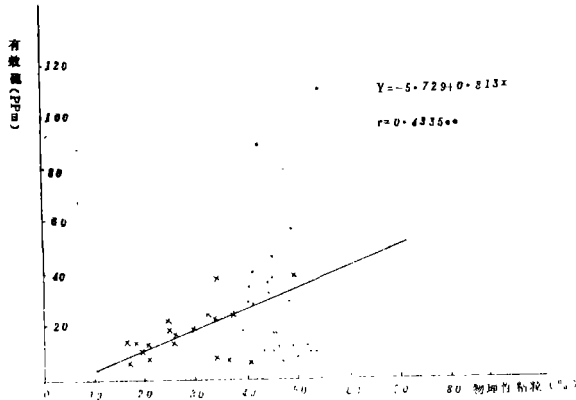


图3b 陕北、关中地区物理性粘粒含量与有效硫的关系

量比较丰富,以致掩盖了物理粘粒与土壤硫素的关系。只有在那些有机质含量偏低的土壤中(如绵砂土、紫色土等)才明显地反映出质地对硫素含量的影响。

2.3.3 全硫与有效硫的关系

土壤各种含硫化合物中,大多是易于风化的无机盐和可分解转化的有机硫化

合物,因此总含硫量和有效硫之间的关系也较密切[17]。根据我们的测定结果,二者呈指数关系(图4)。从散点图中还可看出,当全硫含量降低至一定程度(大致在0.020%以下)时,全硫对有效硫的影响更大些。

2.4 硫肥的效果

1987年~1988年在安康、汉中地区10个基点的田间试验结果说明,施用硫肥的增产机率在55%以上,小麦、水稻和油菜的增产幅度为7%~16%。施用硫肥后,小麦、水稻籽粒的蛋白质含量也有明显提高。而且不仅在有效硫含量低于12ppm的土壤上硫肥增产作用显著,甚至在12~15ppm范围内也有较明显的效果。这方面的详细研究工作待另文报道。

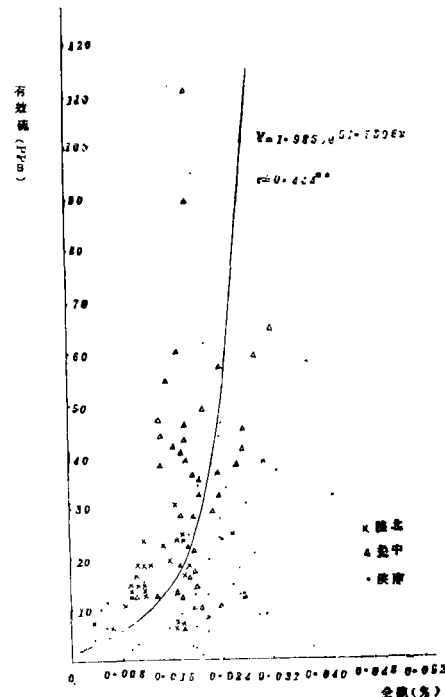


图4 土壤全硫与有效硫的关系

3 结 语

我省土壤全硫含量在0.003%~0.078%之间,与南方土壤的全硫含量颇为接近。有效硫变动于2~156ppm范围内,其中约有22%的供试样品在多数作物有效硫临界值,即12ppm以下,主要分布在陕南和陕北。

石灰性土壤与非石灰性土壤硫素状况的主要区别是有机硫与无机硫的比例，而并非含硫量的高低。在石灰性土壤中无机硫所占比例显著增大。

影响有效硫含量的因素主要是土壤中有有机质、物理性粘粒以及全硫的含量。其中有机质在陕南地区起主要作用，而物理性粘粒则与陕北、关中土壤中的有效硫关系更密切些。

参 考 文 献

- 1 刘崇群等,土壤学报,1981;18(2):185—193。
- 2 刘崇群,土壤学进展,1981(4):1—6
- 3 Walsh L M, Soil Testing and Plant Analysis, Rev. ed, USA, SSSA, Inc, 1973: 174—181
- 4 陈国安,土壤学进展,1983(3):11—16
- 5 S. L. 蒂斯代尔等,孙秀延等译,土壤肥力与肥料,科学出版社,1984:167—182
- 6 F. J. Stevenson, 陈小查译,土壤学进展,1983,39—44
- 7 袁可能,植物营养元素的土壤化学,科学出版社,1983:296—333

THE CONTENTS AND DISTRIBUTION OF SULFUR IN SOILS IN SHAANXI PROVINCE

Wei Qinfeng Wang Yiquan Liu Junliang Bi Shengguang Zhang riming

(Northwestern Agricultural University)

Abstract

The results obtained from the determination of sulfur contents in different soil types and tilths with different fertilities show that there is no stable difference in sulfur contents in calcareous soil in the semiarid and semihumid areas and in non-calcareous soil in the humid areas. The principal difference of sulfur elements in two types of soils is likely to be the relative proportion between organic sulfur and inorganic sulfur, i.e. inorganic sulfur consists of higher percentage in calcareous soil. Soils with the critical values of available sulfur below most of crop requirements mainly spread in south and north parts of Shaanxi province, but there is a small percentage of this kind of soil in Gnanzhong, but there is a small percentage of this kind of soil in Gnanzhong, Shaanxi Province. The major constraints affecting the contents of available sulfur are organic matter, physical clay particles and total sulfur contents in soils.

Key words: available sulfur; calcareous soil; inorganic sulfur; physical clay particles; soil organic matter