

紅壤区几种主要土壤的鎂素供应状况 及鎂肥肥效的初步研究

謝建昌 陈際型 朱月珍
黃順忠 馬茂桐 时正元

(中国科学院土壤研究所)

关于土壤中的鎂和鎂肥的研究,自三十年代以后日益增多。随着植物生理和生物化学的进展,証明了鎂与有机体的代謝具有密切联系,再因植物缺鎂症状增多,使鎂的作用及鎂肥的施用問題,有了新的评价^[1,2]。

我国有广大面积的紅壤性土壤及酸性水稻土,土壤中的鈣鎂一般比較貧乏。但是关于这些土壤中鎂的供应状况和鎂肥的肥效問題,尙沒有研究材料发表。因此,我們于1962年,对紅壤区的几种主要土壤进行了初步分析,并在江西进賢进行了田間試驗,在南京进行了室內試驗,現就一年的初步結果,报告如下。

一、方法和結果

(一) 几种主要土壤的鎂素含量

关于土壤中鎂的存在状态,現有的研究还不多。Welte^[3]曾將鎂的状态分为以下几种:第一种是有效态鎂(以0.025 N CaCl₂溶液,1:10土液比提取),第二种是代換性鎂,第三种为0.05 N HCl溶性鎂,第四种为浓HCl溶性鎂,第五种为全鎂。但是对于其中某些状态的含義及其与含鎂矿物之間关系,还并不很清楚。一般認为^[4,5],全鎂代表土壤中鎂的总儲量,而代換性鎂基本上是有效的。因此我們主要分析这两种状态。同时,我們还采用了0.2 N HCl分次提取的方法,以了解鎂的轉化的相对速度和数量。全鎂是用碳酸鈉熔融后用EDTA滴定;代換性鎂是用中性N醋酸銨溶液以1:10的土水比震蕩5分钟,再靜置半小时,过滤,用EDTA滴定。

选用的分析标本是华中和华南地区有代表性的几种主要紅壤及其发育的水稻土。这些土壤的性質,已有过詳細的介紹^[6,7]。分析結果列于表1。

表1的結果表明:紫色土的全鎂含量最高,超过了3%;其次是江西資溪花崗岩母质发育的紅壤,为0.56%,由第四紀紅色粘土及第三紀紅砂岩母质发育的紅壤,全鎂为0.4—0.5%;再次是广东湛江和福山等地的玄武岩母质的砖紅壤,一般在0.2%左右。在这些标本中,全鎂最低的是广州花崗岩母质的紅壤和那大及化县等地的花崗岩—片岩母质的紅壤,一般只有0.1%左右。土壤中全鎂的含量主要决定于成土矿物及其所处的风化阶段。土壤中含鎂的原生矿物有橄欖石、角閃石、輝石和黑云母等,它們的化学稳定性低,容易风化。因此在风化度較高的南方紅壤中,鎂素主要是存在于粘土矿物如蒙脫石、伊利石和蛭石中。根据李庆遠和张效年等的研究^[6,7],华中地区花崗岩母质的紅壤的粘土矿物中包含

表1 紅壤区几种主要土壤的耕层含量

编号	采集地点	母质	土壤(利用情况)	层次	pH	全钙 (CaO%)	代换性钙 (CaO毫克/ 100克土)	全镁 (MgO%)	代换性镁 (MgO毫克/ 100克土)	代换性钙 占全钙%	代换性镁 占全镁%	代换性钙 代换性镁 代换性钙	全镁 全钙	
C-1	江西, 进贤	第四纪红 色粘土	红壤(荒地)	表土	4.80	0.14	11.24	0.49	4.86	8.0	1.0	0.43	3.50	
C-23	"		红壤(旱地)	表土	7.02	0.20		0.50	6.49		1.3		2.50	
C-2	"		低肥水稻土(黄泥土)	表土	6.00	0.25	75.65	0.33	22.55		30.3	6.8	0.30	1.32
C-3	"		高肥水稻土(乌泥土)	表土	6.40	0.30	147.10	0.37	18.13		49.0	4.9	0.12	1.23
C-7	江西, 贵溪	红砂岩风 化物质	红壤(荒地)	表土	5.25	0.23	56.18	0.86	14.03	24.4	1.6	0.25	3.74	
C-8	"		水稻土	表土	5.25	0.17	39.12	0.41	9.98		23.0	2.4	0.26	2.41
C-17	江西, 鹰潭		红壤(荒地)	表土	5.03	0.08	18.28	0.44	8.90		22.9	2.0	0.49	5.50
C-18	"		水稻土	表土	5.50	0.14	53.18	0.32	8.09		3.8	2.5	0.15	2.29
C-12	江西, 丰城	赣江冲积 物质	水稻土	表土	5.45	0.18	46.44	0.64	8.63	25.8	1.3	0.19	3.56	
C-9	湖南, 衡阳	紫色砂页岩 风化物	紫色土(荒地)	表土	8.72	4.29		3.23					0.75	
C-10	"		水稻土	表土	6.71	0.46	285.80	1.14	44.56		62.1	3.9	0.16	2.48
C-4	江西, 资溪	花岗岩风 化物质	红壤(荒地)	表土	4.70	0.11	34.15	0.56	10.86	31.0	1.9	0.32	5.09	
C-5	"		低肥水稻土	表土	5.62	0.18	48.69	0.21	12.84		27.1	6.1	0.26	1.17
P-120	广东, 广州		半风化物	表土	5.60	0.32	18.99	0.14	1.70		5.9	1.2	0.09	0.44
P-119	"		红壤(旱地)	表土	6.67	0.18	109.50	0.14	6.09		60.8	4.4	0.06	0.78
P-116	"		水稻土	0-12	5.93	0.20	91.48	0.10	8.48		45.7	8.5	0.09	0.50
P-117	"	水稻土	12-25	6.01	0.19	85.24	0.12	3.89		44.9	3.2	0.05	0.63	
C-16	广东, 化县	花岗岩— 片岩风化 物质	红壤(荒地)	表土	5.75	0.04	4.64	0.08	1.56	11.6	2.0	0.34	2.00	
那-3	广东海南, 那大		红壤(林地)	表土	6.02	0.02		0.11	24.45		22.2		5.50	
4	"		红壤(林地)	亚表土	6.03	0.03		0.12	10.28		8.6		4.00	
1	"		红壤(旱地)	表土	6.03	0.03		0.09	1.20		1.3		3.00	
2	"		红壤(旱地)	亚表土	6.01	0.01		0.10	3.59		3.6		10.00	
5	"	水稻土	表土	6.10	0.10		0.13	13.57		10.4		1.30		
C-14	广东, 湛江	玄武岩风 化物质	砖红壤(荒地)	表土	5.85	0.17	94.59	0.16	43.69	55.6	27.3	0.46	0.94	
福-8	广东海南, 福山		砖红壤(林地)	表土	6.84	0.02		0.21	16.47		7.8		10.50	
福-9	"		砖红壤(林地)	亚表土	6.79	痕迹		0.17	5.29		3.1		9.50	
福-6	"		砖红壤(旱地)	表土	6.90	0.02		0.19	12.28		6.5		3.50	
福-7	"		砖红壤(旱地)	亚表土	6.61	0.06		0.21	2.30		1.1		0.06	
桂-1	广西, 桂林	石灰岩风 化物质	水稻土	0-20	8.37	7.87		0.48					0.06	
桂-2	"		水稻土	20-30	8.56	5.18		0.63					0.12	

有伊利石和蒙脱石等含镁矿物,同时原生矿物中还有角闪石存在;由第四纪红色粘土等发育的亚热带红壤中,也有蒙脱石存在,其风化程度较砖红壤为低,土壤中还含有相当数量的原生矿物如角闪石等,并且还可能有伊利石的存在。因而这些红壤含有一定量的镁。华南玄武岩母质上的砖红壤,由于风化程度高,基性原生矿物已极为微少,同时主要的粘土矿物,一般也是不含镁的。华南地区花岗岩或花岗岩-片岩风化物质发育的红壤也是风化程度相当高的,因此这些地区红壤的全镁量较华中地区红壤为低。虽然华南地区砖红壤(玄武岩母质)的风化程度较红壤(花岗岩母质)为高,但由于前者质地粘重,还可能因其母质的含镁矿物较多,因此其全镁量反高于后者。

在不同的土壤中,代换性镁占全镁的百分数变动范围颇大,一般为4%左右。玄武岩母质的砖红壤和花岗岩-片岩母质的红壤的林地土壤,代换性镁占全镁的百分数可以很高,一般在20%以上,这可能与这些土壤有机质含量较高有关。

水稻土的全镁含量受其前身各种自然土壤的影响,因此其含量的次序大体上与各自然土壤的次序相一致。将水稻土与其前身相比较时则可看出,水稻土中的全镁含量一般有所降低。例如第四纪红色粘土红壤发育为水稻土后,其全镁量降低30%左右;母质为红砂岩的红壤发育为水稻土后,其全镁量降低30—50%,等等。水稻土含镁量降低的原因可能是由于所处的强烈还原条件,使矿物表面的氧化铁胶膜减少,促进了镁的释放,同时强烈的淋洗作用,使镁容易损失。此外水稻土的质地一般较其母质为轻^[1],因而也可使结果偏低。但是,水稻土中的代换性镁量,一般较母质有了显著的增加,如黄泥土、乌泥土较其母质增加了4—5倍,这主要是由于耕作施肥的影响。

土壤中全镁与全钙的比值,一方面决定于母质,另一方面决定于风化程度,而代换性镁与代换性钙的比值,则可以反映钙、镁的相对淋溶程度。如表1所示,除了广州花岗岩红壤和紫色土的全镁与全钙的比值,略小于1以外,其他土壤的比值均大于1,有的可达10。代换性镁与钙的比值,一般为0.4左右。这反映了土壤中的含钙矿物已大多遭受破坏,因而钙主要是呈代换态存在,而含镁矿物的风化较慢,并且镁盐在土壤中较钙更易淋溶^[1],因而两者的全量比值一般大于1,而代换态的比值却小于1。

土壤中的全钙量可以由于石灰等碱性物质的施用而显著增加,如乌泥土的全钙量较红壤母质增加了1倍。由于一般的肥料(包括石灰)中,含镁量不高,因而土壤中的全镁量,受施肥的影响很少,但代换性镁则受到了耕作施肥(特别是有机肥)的强烈影响。

(二) 土壤中镁的释放速度

我们用0.2N HCl分次浸提的方法^[9],作为土壤中镁的释放速度的相对指标。称通过1毫米的土壤4克,加溶液100毫升,振荡一定时间后离心,再加溶液连续浸提,用EDTA滴定钙和镁,振荡的累加时间为1、2、3、5、10和24小时,结果列于表2。

如以浸提量作纵座标而振荡时间的对数值为横座标绘图时,则它们基本上呈直线关系,直线的斜度可以反映镁的释放速度。表2的部分结果绘于图1及图2。图1表明,紫色土释放的速度最快,而红砂岩母质的红壤较慢,其他如花岗岩及红色粘土等母质的红壤则介于其间。有一些土壤发育成水稻土以后,水稻土中镁的释放速度较其母质有所增大,而且熟化程度较高者,释放速度也较快(图2)。

就24小时释放的总量占全镁的百分数来看,玄武岩母质的砖红壤和广州花岗岩母质

表 2 土壤中鎳的釋放速度

標本號碼	採集地點	母 質	土壤名稱	0.2N HCl 浸 提 量												
				數 量 (MgO 毫克 / 100 克土)						占 24 小時總浸提量 %				24 小時浸提量		
				1 小時	2 小時	3 小時	5 小時	10 小時	24 小時	1 小時	2 小時	3 小時	1 小時	2 小時	3 小時	
C-1	江西進賢	第四紀紅色粘土	紅壤	10.1	23.7	31.0	41.7	56.7	94.8	10.7	25.0	32.7	19.3			
C-2	”		黃泥土	42.2	58.1	67.3	80.2	98.0	130.6	32.3	44.5	51.5	39.6			
C-3	”		烏泥土	51.8	70.6	83.9	119.3	148.4	186.5	27.8	37.9	45.0	50.4			
C-17	江西瀘潭	紅砂岩 風化物質	紅壤	7.0	8.6	8.6	10.4	12.0	16.4	42.7	52.4	52.4	3.7			
C-18	”		紅砂土	14.0	20.5	22.8	29.3	45.3	56.7	24.7	36.2	40.2	17.7			
C-7	江西貴溪		紅壤	7.3	25.7	31.9	36.3	47.5	76.6	9.5	33.6	41.6	8.9			
C-8	”		紅砂土	21.3	33.0	40.5	51.1	68.2	98.4	21.6	33.5	41.2	24.0			
C-12	江西丰城	贛江沖積物質	水稻土	22.3	28.6	31.2	36.9	51.7	68.9	32.4	41.5	45.3	10.8			
C-9	湖南衡陽	紫色砂頁岩 風化物質	紫色土	91.4	118.1	134.3	164.5	210.9	247.5	36.9	47.7	54.3	7.7			
C-10	”		紫泥土	70.3	96.3	110.4	126.8	148.6	192.6	31.9	50.0	57.3	16.9			
C-4	江西貴溪	花崗岩 風化物質	紅壤	34.5	47.0	54.9	66.9	83.5	118.3	29.2	39.7	46.4	21.1			
C-5	”		白沙土	30.5	43.6	53.9	71.8	87.9	119.2	25.6	36.6	45.2	56.8			
C-13	廣州		紅壤	20.5	33.2	40.2	62.8	72.7	95.8	21.3	34.6	42.0	95.8			
C-15	”		水稻土	26.2	33.5	40.2	43.4	50.4	70.0	37.4	47.9	57.4	77.8			
C-16	广东化县	花崗岩-片岩 風化物質	紅壤	13.2	20.5	23.3	27.3	35.1	47.8	27.6	42.9	48.7	59.8			
C-14	广东湛江	玄武岩風化物質	磚紅壤	67.6	82.3	90.1	97.1	107.7	142.0	47.6	58.0	63.5	88.6			

的紅壤为 90%；其次是广东花崗岩-片岩母質的紅壤，为 60%；华中地区的几种土壤相对地低一些。如进賢第四紀紅色粘土和資溪花崗岩母質的紅壤为 20% 左右；紫色土和紅砂岩母質的紅壤最低，不超过 10%。

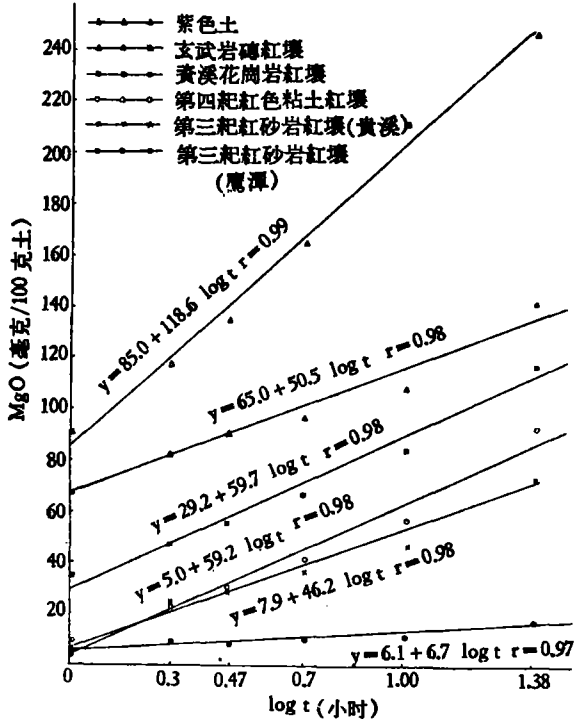


图1 不同母质发育的土壤中镁的释放速度

紅壤发育成水稻土以后，其 24 小时浸提量占全镁的百分数較其前身有所增加。如黄泥土与烏泥土由其前身(紅壤)的 20% 分別提高到 40% 和 50%。因此水稻土的镁素总儲量虽較其母质一般有所降低，但镁的有效性則有显著的增加。

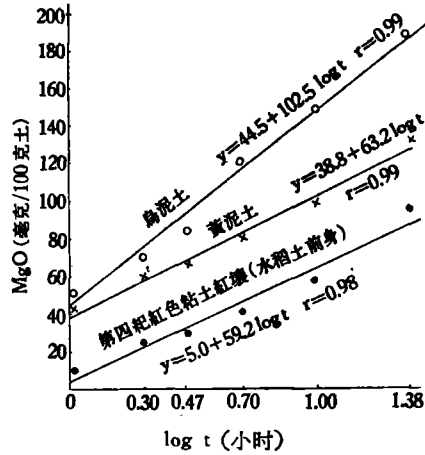


图2 二种不同熟化程度的水稻土中镁的释放速度的比較

(三) 镁肥的增产效果

1. 田間試驗結果：我們在进賢选择熟化程度不同的水田 12 块和旱地 6 块，进行水稻和大豆的初步观察試驗。小区面积 1/10 亩，未設重复，施 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 25 斤(合 Mg 2.45 斤)，以定性地观察镁肥的效用。水稻生长的情况表明，施用镁肥与对照者相比，随着土壤肥力的不同，叶色一般有不同程度的加深，植株高度增加，一般有 5—18% 的增产效果。旱地試驗的結果也大体相似，但更为明显。因为是初步观察镁肥的效果，未将結果列出。在一块肥力很低的旱地中(土壤 pH 为 7.1，全镁 0.5%，代換性镁每百克土 6.49 毫克)，在播种大豆时，与火土灰一道每亩穴施硫酸镁 25 斤，对大豆生长有极为良好的效果，其成熟期的植株生长情况如图 3，其产量及成分結果列于表 3。施镁处理与对照者相比，籽粒产量增加了 64%，植物的含镁量增高了三倍多。



图3 镁肥对大豆生长的影响
自左至右：对照，硫酸镁
(进賢旱地試驗，成熟期)

田間試驗拟繼續进行，以进一步验证增产效果。

2. 不同土壤上施用镁肥的效果：我們选用了数种土壤进行

表 3 鎂肥对大豆生长及莖秆成分的影响(进賢低肥旱地試驗)

处 理	产 量		成 分 (%)		
	斤/亩	%	Mg	Ca	K
对 照	26.7	100	0.24	2.46	1.04
硫 酸 鎂	43.7	164	0.88	1.98	0.96

注: 小区面积 1/10 亩, 二次重复, 两个对照的相对誤差为 3%, 两个施鎂处理为 2%。

表 4 鎂肥在不同土壤上对大豆的肥效(盆栽試驗)

土 壤 号 碼	母、质	土壤名称	采集地点	莖 秆 重 量 (克/盆)			籽 实 重 量 (克/盆)		
				对 照	施 鎂	增产(%)	对 照	施 鎂	增产(%)
C-1	第 四 紀 紅 色 粘 土	紅 壤	江西进賢	2.95	4.12	40.0	4.31	6.65	54.3
C-2		黄泥土	”	8.82	8.92	1.1	14.33	15.98	11.5
C-3		烏泥土	”	9.59	9.38	-2.2	14.23	15.24	7.1
C-4	花 崗 岩 风 化 物 质	紅 壤	江西資溪	4.45	5.01	12.6	5.84	8.09	38.5
C-5		白沙土	”	8.60	8.80	2.3	13.20	13.20	0
C-6		烏沙土	”	9.15	9.54	4.3	12.86	14.45	12.4
C-13		紅 壤	广 州	4.46	5.06	13.5	7.20	8.73	21.3
C-10	紫色砂頁岩 风 化 物 质	紫泥土	湖南衡阳	8.30	9.06	9.2	14.18	14.46	2.0
C-12	贛江冲积物	潮沙土	江西丰城	7.02	7.19	2.4	12.08	14.46	19.7

盆栽試驗, 以了解不同土壤对鎂肥的反应。土壤样品采回后, 风干, 过 1/4 英寸篩, 盛于 20 × 20 厘米的瓷盆中, 根据土壤不同, 每盆用土量为 6—7 公斤, 一般肥料为每盆加 NH_4NO_3 2.84 克 (合 N 1 克), KH_2PO_4 1.92 克 (合 P_2O_5 1 克, K_2O 0.66 克)。試驗处理为施鎂与不施鎂二种。施鎂处理为每盆施 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 4.13 克 (合 Mg 0.40 克)。重复四次。种植大豆者, 土壤水分維持在最高含水量的 60% 左右; 种植水稻者維持 2 厘米左右的水层。

表 4 的結果表明, 在大部分土壤特别是紅壤上, 施用鎂肥对大豆籽实与莖秆均表现了良好的作用, 这种作用在幼苗期表现得特別明显(图 4)。在成熟期, 鎂肥对莖秆的增产作用一般不如籽实大。施用鎂肥对促进发育、提早成熟也有明显的作用。关于鎂在增加籽实产量及促进生长方面的良好作用, Мазаева^[10, 11] 曾用多种作物得到了証实。

在施用鎂肥后, 水稻分蘖增加, 对莖秆与籽实均有一定的增产作用。如在第四紀紅色



图 4 鎂肥对大豆苗期生长的影响
自左至右: 对照, 施鎂。
(第四紀紅色粘土紅壤)

粘土紅壤中,施鎂处理与对照者相比較,每株分蘖数由 3.9 增加到 4.1,成熟期莖稈重量增加了 16%,籽实重量增加了 13%;在黄泥土中,每株分蘖数由 3.8 增加到 4.2,莖稈重量增加了 13%,籽实重量增加了 8%(表略)。

一般大豆种子的含鎂百分率比較稳定,不大受鎂肥的影响,但叶部的含鎂百分率,則在施用鎂肥后有了显著的增加。如施鎂处理与对照者相比較,在白砂土中,籽粒的含鎂量分别为 0.41% 与 0.44%,叶部分别为 1.24% 与 0.76%;在紫泥土中,籽粒的含鎂量施鎂肥

者为 0.41%,对照为 0.40%,而叶部分别为 1.41% 与 1.07%。同样,在其他土壤中也看到这种籽粒含鎂量相近而叶部含鎂量相差較大的規律。在比較不施鎂肥处理中植物叶部的含鎂百分率与土壤中代換性鎂量的关系时,則如图 5 所示,其間具有显著的正相关($r = 0.88$, $p = 0.05$)。由此可見,叶部含鎂量容易受到土壤中鎂量(施入的鎂肥或代換性鎂)的影响。

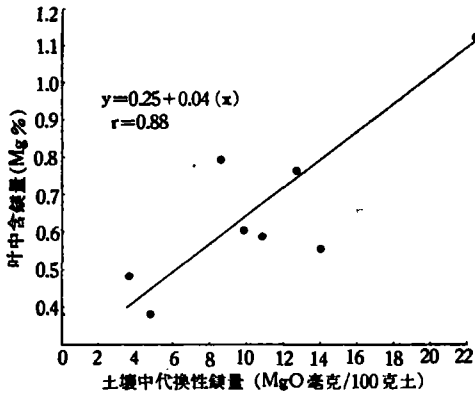


图 5 土壤中代換性鎂量与豆叶中含鎂量的关系

3. 不同鎂盐和鈣盐的效果的比較及鎂盐与有机肥配合施用时的效果: 試驗方法大体上同上述試驗。以江西进賢的发育在第四紀

紅色粘土上的紅壤为供試土壤。五种施鎂处理中 $MgSO_4$ 、 $MgCl_2$ 、 $Mg(NO_3)_2$ 和 $MgCO_3$ 每盆合 Mg 0.5 克, $1/2 MgSO_4$ 处理为 Mg 量減半; 三种施鈣处理 ($CaSO_4$ 、 $CaCl_2$ 、 $CaCO_3$) 每盆合 Ca 0.83 克。有机肥处理为每盆用干猪粪 25 克(合 Mg 0.21 克、Ca 0.79 克); 有机肥 + Mg 处理系干猪粪 25 克加硫酸鎂 5.11 克, 每盆合 Mg 0.71 克、Ca 0.79 克。除加有机肥的二个处理为三次重复外,其余均設四个重复。种植小米, 其生长情况如图 6, 产量結果分别



图 6 不同鎂盐和鈣盐及鎂盐配合有机肥施用时对小米生长的影响。自左至右:对照, $CaCl_2$, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgCO_3$, 有机肥, 有机肥 + Mg。

列于表 5 和表 6。

結果表明,施用鎂肥对小米的生长有很好的效果。不同鎂盐的效果不同。以成熟期穗重为例,依下列次序降低: $MgCO_3 > Mg(NO_3)_2 > MgCl_2 > MgSO_4$ 。 $MgCO_3$ 的效用較好显然是增加鎂素的供应和土壤酸度中和(pH 由对照的 4.6 提高到 5.0)二个作用的綜合結果。在几种鈣盐处理中, $CaSO_4$ 与 $CaCl_2$ 的效果不及 $CaCO_3$ 显著,这主要是由于它們

表 5 不同鎂盐和鈣盐对小米生长的影响

处 理	肥 料		土 壤 pH**	幼 苗 期		成 熟 期			
	状 态	用 量 (克/盆)		株 高 (厘米)	单 株 干 重 (克)	藁 稈 干 重		穗 干 重	
						克	%	克	%
对 照			4.62	15.8	0.03	2.02	100	0.72	100
MgSO ₄	MgSO ₄ ·7H ₂ O	5.11	4.64	23.6	0.04	3.67	182	1.72	239
MgCl ₂	MgCl ₂ ·6H ₂ O	3.38	4.51	25.9	0.06	3.91	194	2.83	393
Mg(NO ₃) ₂ *	Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	5.32	4.88	31.4	0.08	7.48	370	4.22	586
MgCO ₃	MgCO ₃	1.75	4.97	34.0	0.08	9.33	462	4.72	656
CaSO ₄	CaSO ₄ ·2H ₂ O	3.56	4.56	20.1	0.03	2.91	144	0.81	113
CaCl ₂	CaCl ₂ ·2H ₂ O	3.05	4.41	18.0	0.03	2.62	130	0.86	119
CaCO ₃	CaCO ₃	2.08	4.84	21.1	0.04	4.52	224	1.79	249

* Mg(NO₃)₂·6H₂O 中所含的N已在一般肥料中扣除。

** 土壤 pH 为收获后测定,测定时玻璃电极放在悬液中,甘汞电极放在清液中。

表 6 鎂肥用量及其与有机肥配合施用对小米生长的影响

处 理	幼 苗 期		成 熟 期			
	株高(厘米)	单株干重(克)	藁 稈 干 重		穗 干 重	
			克	%	克	%
对 照	15.8	0.03	2.02	100	0.72	100
1/2MgSO ₄	19.5	0.02	3.01	149	1.28	178
MgSO ₄	23.6	0.04	3.67	182	1.72	239
有机肥*	31.4	0.10	8.73	432	4.37	607
有机肥*+Mg	42.2	0.15	9.68	479	6.75	938

* 有机肥中所含的 N、P 已在一般肥料中扣除。

对土壤酸度有不同的影响。在施用 MgSO₄ 与 CaSO₄ 或者 MgCl₂ 与 CaCl₂ 时,酸化土壤的作用应该是相近的,因而增产效果的大小可以主要归之于鎂与鈣的作用不同。本試驗結果表明,施鎂处理的效果一般較施鈣处理者显著,从而說明第四紀紅色粘土紅壤对鎂的需要性較鈣为大。这类紅壤发育的旱地,由于长期施用石灰,而一般石灰物质中含鎂很少(如根据我們对江西进賢、宜春及广西桂林等地的七个石灰石样品的分析結果, MgO 一般含量为 0.22% 左右,而 CaO 量可高达 54%),因而这种对鈣鎂需要性的差异,也可能仍然存在。

有机肥施用于紅壤,有极良好的效果,但与鎂肥配合后,又較单施有机肥者增产 50%。

鎂肥对促进小米的生长发育有显著的作用。如 10 月 31 日的观察結果表明,对照及施 Ca 处理都未抽穗,而施 Mg 处理的抽穗百分率为 60—100%,到了 11 月 20 日,对照的抽穗百分率为 47%,施 Ca 处理为 41—56%,所有施鎂处理已全部出穗。

施用各种鎂盐后,小米叶部磷与鈣的百分含量沒有受到明显的影响,但含鉀百分率显

表 7 各种镁盐和钙盐对小米叶部成分的影响

处 理	Mg(%)	Ca(%)	P(%)	K(%)	Mg/Ca	Mg/K	叶部吸收 K量(克/盆)
对 照	0.16	0.49	0.21	3.32	0.33	0.05	0.041
MgSO ₄	0.32	0.52	0.26	—	0.61	—	—
MgCl ₂	0.37	0.55	0.19	1.66	0.67	0.22	0.018
Mg(NO ₃) ₂	0.31	0.55	0.23	1.67	0.56	0.19	0.043
MgCO ₃	0.31	0.55	0.22	1.44	0.56	0.22	0.040
CaSO ₄	0.22	—	0.24	3.35	—	0.07	0.028
CaCl ₂	0.14	0.63	0.25	3.00	0.22	0.05	0.030
CaCO ₃	0.20	0.60	0.30	2.70	0.33	0.07	0.044
有机肥	0.37	0.82	0.13	1.15	0.45	0.32	0.023
有机肥+Mg	0.76	0.74	0.13	0.98	1.02	0.78	0.026

著下降,因而所有施镁处理中的 Mg/K 值都比对照或钙盐处理为高(表 7)。藁稈也有类似的规律(表略)。

二、討論和結論

(一) 影响镁肥效果的一些因素

镁肥对作物的效果,应该与土壤中镁的含量,镁肥的形态,与其他养分的相互关系,以及作物种类等有关。土壤全镁不能作为评定肥效的直接指标。例如,第四纪红色粘土红壤虽然全镁量有 0.49%,但施用镁肥大豆增产 50% 以上,而全镁量較低的土壤,增产百分率却反而减少。这说明全镁量只是代表土壤中镁素的总储量,而不能直接反映镁肥效果的大小。对于代换性镁,虽然一般认为基本上是有效的,在不同土壤上,它的有效度有所不同。Schachtstchabel^[1] 认为,有效性镁占代换性镁的百分数,与土壤的质地有关。在我们的试验中,虽然植物叶部的含镁百分率与土壤中代换性镁量之间具有显著的相关性,但是我们没有找到代换性镁量与镁肥肥效之间的直接相关。因此,关于判断镁肥效用的化学指标问题,尚待进一步研究。

表 5 的结果表明,不同形态的镁盐在红壤上的效果不同。理想的镁肥应该在供给镁素的同时,又能中和土壤酸度,或者至少没有酸化土壤的作用。再参照国外的经验,可以推想在红壤上直接施用白云石粉,应该可以得到良好的效果。它除了富含钙镁(如根据我们对南京燕子矶样品的分析结果,白云石含 MgO 21.6%、CaO 29.5%),中和土壤酸度以外,还有溶解度較低,因而不易淋失的优点。近来,在国外也有关于在酸性土壤上直接施用蛇纹石粉获得良好效果的报告^[2]。我国有丰富的白云石和蛇纹石矿,它将是很好的镁肥资源。

前面已经提到,在施用镁肥后,植物的含钾百分率显著下降, Mg/K 值约为对照的 4

倍，約為施鈣處理的 3 倍；有機肥單施或配合鎂肥時，Mg/K 值更高。另一方面，吸收的總量表明，雖然施鎂產量較高，但蘗稈吸收鉀的總量一般與對照或施鈣處理者相近或還少一些，因而可以說明，施用鎂肥有抑制植株對鉀吸收的作用。關於鎂鉀之間的拮抗作用，曾有人進行了大量的研究^[13]，並普遍承認：鉀肥的應用，也可抑制鎂的吸收，從而增加了缺鎂的嚴重性。

田間試驗初步表明，鎂肥在旱地上對大豆的效果較之在水田對水稻更為明顯，室內的盆栽試驗也反映類似的情況。例如同是第四紀紅色粘土紅壤與黃泥土，大豆的增產效果分別為 54.3% 和 11.5%；而水稻則分別為 13% 和 8%。一般認為^[14]，豆科作物對 Ca 和 Mg 的需要性較一般的禾谷類作物為大（大麥、小米、玉米等例外）。因此在施用鎂肥時，要考慮到作物的這種不同特點。

（二）土壤鎂素供給能力的初步區分

土壤中的全鎂量反映了鎂的供應容量，而稀酸浸提的數量則大致可以反映供應的強度，在目前還缺少其他有效指標的情況下，我們暫時從這二方面加以綜合考慮來初步區分這些土壤的鎂素供應能力。

根據鎂的釋放特點，2 小時浸提量占到 24 小時總浸提量的 25—58%，一般為 40% 左右，3 小時以後的浸提量就增加得很緩慢。因此 2 小時內所浸提出的鎂應該是比較有效的，包括了代換態鎂、游离的碳酸鎂（主要是紫色土）和晶格表面的鎂。我們根據全量、2 小時浸提量及 24 小時浸提總量，將這些土壤歸納成三類：第一類是鎂素含量豐富、供給能力強的土壤，如紫色土全鎂在 3% 以上，2 小時浸提量在 100 毫克（100 克土壤中，下同）以上，浸提總量達 250 毫克。第二類是供給能力中等的土壤，如資溪花崗岩母質的紅壤和玄武岩母質的磚紅壤，2 小時浸提量為 45—80 毫克，總量在 120 毫克左右。玄武岩母質的磚紅壤雖然全鎂只有 0.2% 左右，但由於鎂的有效度高，因而也歸入這一類。關於這個標本在磚紅壤中的代表性問題，還值得進一步研究。第三類是供給能力低的土壤，包括廣州的花崗岩母質的紅壤和那大等地的花崗岩—片岩母質的紅壤（全鎂為 0.1% 左右）以及華中地區的紅色粘土紅壤和紅砂岩母質的紅壤，這幾種紅壤 2 小時浸提量一般在 30 毫克以下，而總量也都在 100 毫克以下。華中地區的兩種紅壤雖然全鎂含量較高（一般為 0.4%），但由於它的有效度低，而且試驗證明，鎂肥效用顯著，因而也歸入這一類中。上述的區分是很初步的，有待今後進一步的充實與修正。

水稻土受人為的耕作施肥的影響，熟化程度差異很大，因此很難得出一般的規律。

（三）紅壤區鎂肥施用的實踐意義

根據前面對鎂素供應水平的區分，某些土壤的鎂素供給能力是很低的。田間和室內盆栽試驗也已證明，在某些土壤上施用鎂肥有一定的增產效果。雖然這些結果還需進一步驗證，但是初步可以肯定，施用鎂肥是紅壤區土壤提高產量的另一可能的途徑。另外，從下述對局部地區鎂素平衡狀況的初步估算，也可以補充說明這點。

在 1962 年，我們對江西進賢紅壤丘陵区的水稻田中的鈣鎂淋溶損失程度進行了初步的研究。方法為將鋼質的簸箕形滲漏板（40×60 厘米）埋在犁底層下，通過接連滲漏板的皮管分期收集整個早稻生長期間的滲漏水，根據 5 塊滲漏板不同時期水質分析的平均結果，每升 MgO 的含量為 20 毫克。全年的滲漏量為 110 公方/畝^[9]，因此全年損失了 MgO

4.4 斤。同时根据估算,亩产 400 斤水稻时,籽实与茎秆共計取走約 3 斤 MgO ,因此全年由这二条途径共計支出 MgO 約 7.4 斤。与国外材料对照,如西德平均每年每亩支出 MgO 5.9 斤^[1],这除了作物不同外,还由于我国南方丘陵地区水田的淋溶强度,高于西德的旱地(每亩淋失 2.8 斤)。在施用石灰时,石灰物质中所能供給的鎂素也是有限的。石灰石中若以平均含 MgO 0.22% 計算,一般 140 斤石灰石可烧得 100 斤石灰,因此亩施 100 斤生石灰时仅补充土壤 0.3 斤 MgO ,在这种情况下,鎂素的支出是大于补充的。旱地的情况也大致类似。为了有效地維持平衡,增加产量,在紅壤区施用鎂肥,應該在生产实践上具有一定意义。

三、摘 要

华中和华南地区的几种主要土壤的鎂素含量,受到风化阶段与熟化程度的影响。紫色土全鎂量最高,超过 3%,华南花崗岩或花崗岩-片岩母质的紅壤最低,一般只 0.1%。谷地水稻土的全鎂量較母质减少,但有效性增加。

用 0.2 N HCl 連續浸提的試驗表明,不同土壤的相对释放速度和释放数量不同。根据全鎂量和稀酸溶性鎂量,把土壤的鎂素供給力分成三类,第一类是供給力高的土壤,如紫色土;第二类供給力中等,如华中地区的花崗岩母质的紅壤;第三类供給力低,如华南的花崗岩母质的紅壤和华中的第四紀紅色粘土紅壤等。

在紅壤性水田和旱地上进行的田間試驗和各种土壤的盆栽試驗表明,施用鎂肥对大豆和水稻有不同程度的效果,但沒有找出适合的化学指标来反映鎂肥效果的大小。在第四紀紅色粘土紅壤上,各种鎂盐对小米的效果較鈣盐为大。施用鎂肥后,促进了小米的发育,降低了植株的含鉀百分率。

根据分析和試驗結果,以及对鎂素平衡的初步估算,认为紅壤区施用鎂肥在生产实践上具有一定意义。

参 考 文 献

- [1] Jacob, A.: 1958. Magnesium, the fifth major plant nutrient.
- [2] Schilling, G.: 1957. Magnesium, Ein universeller Pflanzennährstoff.
- [3] Welte, E., Werner W. und Niederbudde E. A.: 1960. Zur Frage der Magnesium-Dynamik im Boden. Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci., Vol. II, 246—252.
- [4] Willian, G. Blue and Charles, F. Eno: 1956. Magnesium status of soils in the suwannee valley area of Florida. Soil Sci., 82:51—61.
- [5] Prince, A. L., Zimmerman, M. and Bear F. E.: 1947. The magnesium-supplying powers of 20 New Jersey soils. Soil Sci., 63: 69—78.
- [6] 李庆遠、张效年: 1957. 中国紅壤的化学性质。土壤学报,第 5 卷第 1 期。
- [7] 张效年、李庆遠: 1958. 华南土壤的粘土矿物組成。土壤学报,第 6 卷第 3 期。
- [8] 于天仁等: 1958. 紅壤性水稻土中代換性盐基的状况及其在发生学上的意义。土壤专报,第 33 号。
- [9] 中国科学院农业丰产研究丛书編輯委员会編: 水稻丰产的土壤环境。科学出版社,1961 年。
- [10] Мазаева, М. М.: 1954. Влияние магниевых удобрений на качество семян. Агробиология, 4.
- [11] М. М. 馬扎叶娃: 鎂肥的作用和鎂对植物的影响。苏联农业科学, 1958, 2.
- [12] Мазаева, М. М.: 1956. Серпентиниты как магниевое удобрение. Удобрение и урожай, 11.
- [13] Hovland, D. and Caldwell, A. C.: 1960, Potassium and magnesium relationships in soils and plants. Soil Sci., 89: 92—96.
- [14] O. K. 盖德罗夫-紀赫曼: 土壤的施用石灰和微量元素的应用。科学出版社, 1961 年。

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ МАГНИЕМ В РАЙОНАХ КРАСНОЗЕМОВ И ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ НА НИХ

Се Цзянь-чань, Чэнь Цзи-син, Чжу Юе-чжэнь,
Хуан Шунь-чжун, Ма Моу-тун и Ши Чжан-юань
(Почвенный институт АН КНР)

(Резюме)

Содержание магния в некоторых почвах в районах Центрального и Южного Китая обусловлено стадиями выветривания и степенью окультуривания почв. Максимальное общее содержание магния наблюдается в Фиолетовых почвах (больше 3%), минимальное — в красноземах, развитых на гранитах или гранитах-сланцах Южного Китая (лишь 0.1%). Рисовые почвы, расположенные в долинах, характеризуются пониженным содержанием магния, но повышенной его доступностью.

Результаты повторной экстракции с 0.2 N HCl показывают, что разные почвы имеют заметное различие в скорости и количествах выделения магния. По общему содержанию магния и содержанию магния, растворенного в разбавленном кислом растворе, обеспеченность почвы магнием можно подразделить на три степени: (1) высокая, к ней относятся, например, Фиолетовые почвы; (2) средняя, в эту группу входят красноземы, развитые на гранитах Центрального Китая; (3) низкая, к ней относятся красноземы на гранитах Южного Китая и красные глины четвертичного периода Центрального Китая.

Полевые опыты на орошаемых и неорошаемых красноземных почвах и вегетационные опыты на разных почвах показывают, что магниевое удобрение на культуры рис и сою оказывает положительное действие, но химические показатели, отражающие степень эффективности их, пока не установлены. На красных глинах четвертичного периода соль магния для чумизы дает значительно больший эффект по сравнению с солью кальция. Под воздействием магниевое удобрения чумиза получила хорошее развитие и процентное содержание калия в растениях снижается.

По результатам анализов и опытов, а также по учету магниевое баланса можно считать, что в районах красноземов магниевое удобрение для с. х. производства имеет определенное значение.