

粤西砖红壤的镁素状况及其有效性*

孙光明** 黄健安 陆发熹

(土化系)

提 要

研究表明,粤西砖红壤的全镁含量普遍较低,玄武岩和花岗岩发育的土壤,全镁含量多在0.2%以下,浅海沉积物发育的土壤,全镁不足0.1%。玄武岩发育的土壤,交换性镁较丰,表土含量均在100ppm以上,镁饱和度较高;浅海沉积物和花岗岩发育的土壤,交换性镁贫缺,表土平均含量分别为16.7和14.7ppm,镁饱和度大都极低。土壤供镁能力的强弱依次是:玄武岩发育的砖红壤>浅海沉积物发育的砖红壤>花岗岩发育的砖红壤。交换性镁及镁饱和度与牧草的相对产量、吸镁量以及玉米小苗的含镁量、吸镁量的相关性达显著或极显著水平。据此初步认为可用作土壤缺镁诊断指标。酸溶性镁的有效性也较高,但因其释放速度较慢,不宜作为诊断指标,可用以评价土壤有效镁的补充能力。

关键词 土壤镁素状况;酸溶性镁;交换性镁;镁饱和度

引 言

近几十年来,随着复种指数的增加以及氮、磷、钾肥的大量施用,作物产量不断提高,土壤镁素的消耗日益严重,作物缺镁现象与日俱增。自30年代始,国外在土壤镁素状况、有效性及镁肥施用方面已做了大量工作^[1-3]。国内在70年代以后,对橡胶镁肥效应进行了大量研究,但关于土壤镁素状况的调查,迄今仍鲜见报道。谢建昌等曾用化学分析的方法研究土壤镁的释放^[4],但是,用生物吸收的方法测定土壤镁的有效性以及对土壤镁素诊断指标的研究尚未见报道。近年来,粤西地区的橡胶、剑麻、柑桔等作物相继出现缺镁症状,因此,摸清该区土壤的镁素状况及其有效性实为必要。本文就粤西地区三种主要母质发育的砖红壤的镁素状况及其有效性进行了研究,并对土壤镁素诊断指标进行初步探讨,为该区合理施用镁肥提供参考。

材料与方法

在粤西地区玄武岩、花岗岩和浅海沉积物三种主要母质发育的砖红壤上采集自然土壤

* 本文是第一作者硕士论文的一部分,刘腾辉副教授指导野外采样工作,刘树基教授、殷细宽教授等对本研究提出宝贵意见,谨致谢意!

** 现在华南热带作物科学研究院亚热带作物研究所工作。

1988年4月9日收稿

剖面12个(形态特点见表1),每个剖面均取3层土壤样本,分别进行如下试验。

表1 供试土壤形态特点

母质	土号	采土地点	剖面位置	质地	植被覆盖度%	植被组成	剖面特点
花岗岩	1	廉江石岭	低丘缓坡中部	中壤土	60	岗松较密,有稀疏小叶桉。	土层深厚、疏松,表层有少量团粒结构, B ₂ 层粗砂多。
	2	廉江青平	低丘缓坡中部	中壤土	20	岗松、知风草、马尾松。	有机质层被一层9cm厚的浅灰色细砂覆盖,剖面中细粒多粗砂也多, A层有柱状结构。
	3	廉江塘埔	低丘中部	中壤土	50	细叶桉、桃金娘。	近河流,附近表土冲刷严重,有岩石出露。表层团粒结构多, B ₂ 层有黑云母碎片。
浅海沉积物	4	海康纪家	缓坡丘陵中上部	轻壤土	25	马尾松、细叶桉、桃金娘、知风草。	剖面层次不明显,疏松,颜色与附近玄武岩发育砖红壤相近,呈砖红色。
	5	遂溪北坡	低丘中部	轻壤土	35	细叶桉、禾本科杂草较密、有少量岗松。	土层深厚、AB层和B层均有明显的柱状结构。
	6	廉江横山	滨海平原	轻壤土	40	细叶桉、桃金娘、岗松、知风草。	土体上下均一,土层深厚、疏松。
	7	海康客路	滨海平原	砂壤土	30	岗松为主,有少量知风草及禾本科走茎杂草	土层深厚、表层有珊瑚碎块,雨季地下水位较高。
玄武岩	8	海康英利	台地	中粘土	40	灌木丛、禾本科走茎杂草	土层深厚、层次不明显,表层有小块状结构, B层有柱状结构和铁质胶膜。
	9	徐闻曲界	台地	中粘土	90	橡胶防护林带、有细叶桉、台湾相思和小灌木。	由于雨量多、雾天多、土壤水化程度较高,表层有团粒和块状结构。
	10	海康龙门	台地	轻粘土	35	芒箕、细叶桉、桃金娘。	土层深厚、柱状结构明显。
	11	遂溪岭北	台地	重壤土	50	台湾相思、桃金娘、野芝麻等。	土体上下一致,土层较薄,表层有块状结构。
	12	徐闻大黄	低丘中部	重壤土	50	灌木草丛	土层浅薄,铁锰结核特多,表层石块多。

(一) 土壤分析

分析上述12个土壤剖面36个样本的全镁(碳酸钠碱熔)、酸溶性镁(1N硝酸煮沸)和交换性镁(1N中性醋酸铵浸提)含量。表层土壤还分析其水溶性镁(水土比3:1)、镁饱和度、阳离子交换量、pH值、有机质和粘粒含量。

(二) 牧草盆栽试验

采用上述12个剖面的表土作为供试土壤,在充分满足氮、磷、钾供应的基础上,设施镁和对照两个处理,三次重复,每瓷盆装土6kg,施镁处理插苗前每盆施硫酸镁($MgSO_4 \cdot 10H_2O$)2g,自第三次收获后,每次追施硫酸镁1g。牧草品种为岸杂1号狗牙根草(Coastcross-1 Bermudagrass),每盆定植4苗。牧草长至50cm长时收割,共收割7次。试验时间:1986年4月~1987年1月。

(三) 玉米小苗盆栽试验

供试土壤和试验设计同上,每小盆装土700g,施镁处理每造播种前施硫酸镁0.3g/盆。玉米品种为桂顶3号。每盆播种8粒(第一造5粒)。至出第五片叶时连根收获,连续种6造。试验时间:1986年10月~1987年4月。

试验在广州石牌玻璃网室内进行。

试验结果

(一) 土壤镁素含量及其在剖面中的分布

1. 表土的镁素含量：粤西砖红壤表土全镁含量（表2），除徐闻大黄发育于玄武岩

表2 粤西砖红壤的镁素状况

母质	土号	采土地点	采样深度 cm	全镁 Mg%	酸溶性镁		交换性镁		水溶性镁		镁饱和度 %
					含量 Mgppm	占全镁 %	含量 Mgppm	占全镁 %	含量 MgPPm	占全镁 %	
花岗岩	1	廉江县	0~15	0.190	107.0	5.6	13.1	0.7	3.14	0.17	0.9
		石岭	58~85	0.175	28.9	1.7	8.8	0.5			
	2	廉江县	9~27	0.115	83.9	7.3	11.1	1.0	2.44	0.21	0.5
		青平	62~70	0.116	36.7	3.2	9.7	0.8			
	3	廉江县	0~11	0.176	656.5	37.3	20.0	1.1	2.97	0.17	3.0
		良垌	58~69	0.196	77.0	3.9	11.0	0.6			
浅海沉积物	4	海康县	0~16	0.051	71.8	14.1	16.3	3.2	2.29	0.45	4.0
		纪家	70~80	0.076	30.5	4.0	12.8	1.7			
	5	遂溪县	0~16	0.069	100.3	14.5	11.4	1.6	4.19	0.60	2.3
		北坡	70~90	0.083	25.0	3.0	9.4	1.1			
	6	廉江县	0~15	0.096	140.6	14.6	13.1	1.4	3.76	0.39	1.8
		横山	72~83	0.059	74.4	12.6	9.0	1.5			
玄武岩	7	海康县	0~14	0.042	100.5	23.9	25.8	6.1	4.20	1.00	6.3
		客路	75~86	0.076	45.4	6.0	11.1	1.5			
	8	海康县	0~16	0.189	274.3	14.5	226.0	12.0	6.29	0.33	9.4
		英利	66~78	0.147	136.6	9.3	150.5	10.2			
	9	徐闻县	0~18	0.188	243.8	13.0	151.8	8.1	8.40	0.45	6.5
		曲界	88~100	0.145	89.9	2.8	60.9	4.2			
	10	海康县	0~15	0.121	221.0	18.3	161.7	13.4	3.78	0.31	8.9
		龙门	66~78	0.119	79.6	6.7	45.7	3.8			
	11	遂溪县	0~16	0.116	308.8	26.6	107.8	9.3	3.42	0.29	5.2
		岭北	70~90	0.134	135.7	10.1	111.4	8.3			
	12	徐闻县	0~15	0.609	3000.0	49.3	1031.0	16.9	15.34	0.25	24.1
		大黄	57~67	0.446	2296.5	49.3	1230.2	26.4			

的砖红壤含量较高(0.609%)外,均低于0.2%,浅海沉积物发育的砖红壤全镁甚至低于0.1%。交换性镁含量因母质而异(表2),玄武岩砖红壤的全镁含量均在100ppm以上;花岗岩砖红壤仅有11.1~20.0ppm,平均14.7ppm;浅海沉积物砖红壤也只有11.4~25.8ppm,平均16.7ppm。酸溶性镁含量随母质的变化与此相似,若除掉含量特高的3号和12号土壤,玄武岩砖红壤的含量为221.0~308.8ppm,平均262.0ppm;花岗岩砖红壤仅有83.9~107.0ppm,平均95.5ppm;浅海沉积物砖红壤也仅有71.8~140.6ppm,平均103.3ppm。土壤水溶性镁含量一般在5ppm以下(表2)。

各土壤的交换性镁及酸溶性镁占全镁百分数的差异较大(表2)。玄武岩砖红壤的最高,平均分别为13.7%和33.0%;浅海沉积物和花岗岩砖红壤的均较低,平均分别为2.6%、15.9%和0.92%、17.6%。水溶性镁占全镁的百分数普遍低于0.5%。

2. 镁素在土壤剖面中的垂直分布:全镁含量在剖面中的垂直分布差异不大(表2)。说明在本研究采样深度范围内,土体上下均受到严重淋溶。酸溶性镁和交换性镁,一般是表土明显高于心土。

3. 各形态镁之间的相互关系:统计结果表明,表层土壤的全镁与酸溶性镁、酸溶性镁与交换性镁,交换性镁与水溶性镁之间均呈极显著的线性正相关,相关系数 r 分别是,0.9531^{**}、0.9586^{**}和0.9365^{**}。与Mokwunye & Malsted^[10]的研究结果基本一致。

(二) 阳离子交换量、pH值、粘粒含量、有机质含量(表3)与表土交换性镁含量的关系

据回归分析,表土交换性镁含量与阳离子交换量成极显著的线性正相关($r=0.8648^{**}$);与土壤pH值呈显著线性正相关($r=0.5944^{*}$);与<0.001mm的粘粒含量、有机质含量也呈正相关但不显著。这一结果与Lombin & Fayemi^[8]的结果基本一致,与林齐民、陈举鸣^[2]的结果略有出入。

(三) 土壤供镁能力

盆栽牧草和玉米小苗吸镁量的多寡,可以反映土壤供镁能力的强弱。各土壤的对照处理,牧草每盆吸镁量如下(表4):花岗岩砖红壤,31.2~75.3mg,平均51.6mg;浅海沉积物砖红壤,63.1~157.8mg,平均91.6mg;玄武岩砖红壤的牧草吸镁量很高,其中12号土壤的高达546.8mg,其余土壤的也达240.8~248.7mg。玉米小苗的吸镁量随土壤的变化也有相似的趋势。

表3 土壤粘粒、有机质含量、阳离子交换量和pH值

土号	<0.001mm粘粒(%)	有机质含量(%)	阳离子交换量(m.e./100g土)	pH值(H ₂ O)
1	26.9	2.58	5.36	4.05
2	30.5	1.40	6.76	3.83
3	25.0	1.95	2.84	4.11
4	17.3	0.60	1.69	4.06
5	13.2	1.07	1.94	4.22
6	19.8	1.28	2.48	4.43
7	11.2	0.83	1.44	4.79
8	55.1	3.88	11.26	4.35
9	49.5	5.47	11.51	4.33
10	46.7	4.31	9.22	4.20
11	40.1	3.09	9.54	4.27
12	30.4	3.16	20.29	4.81

(四) 土壤酸溶性镁的有效性

试验结果表明, 酸溶性镁的释放对土壤有效镁的补充起着重要作用。在牧草盆栽试验中, 酸溶性镁的释放量占牧草吸镁量的百分数相当可观, 特别是1号和5号土壤, 酸溶性镁的释放量超过牧草吸镁量, 使土壤交换性镁含量增加(表5)。在玉米小苗盆栽试验中, 花岗岩及浅海沉积物发育的砖红壤, 酸溶性镁对有效镁的补充贡献很大。其中, 7号土壤酸溶性镁的释放量为10.43mg/盆, 占玉米吸镁量的65.4%; 其余6种土壤为12.27~18.30mg/盆, 占玉米吸镁量的112%以上(表6), 不但补偿了植株吸镁量, 而且使土壤交换性镁含量提高。尤其是1、2和5号土壤, 其交换性镁的含量自第一造便开始提高(图1), 说明这些土壤的酸溶性镁很早就有释放。玄武岩发育的砖红壤中, 12号

表4 牧草和玉米小苗的吸镁量

母质	土号	牧草吸镁量 [•] (mg/盆)	玉米小苗吸镁量 ^{••} (mg/盆)
花岗岩	1	48.4	10.7
	2	31.2	6.5
	3	75.3	12.6
浅海沉积物	4	88.6	10.9
	5	75.0	14.2
	6	63.1	10.6
	7	157.8	16.0
玄武岩	8	240.8	32.4
	9	241.6	27.7
	10	242.8	20.7
	11	248.7	19.9
	12	546.8	99.3

• 牧草吸镁量为第一、三、四、五、六、七次收割的吸镁量之和。

•• 玉米小苗吸镁量=玉米小苗中的镁-种子含镁量。

表5 盆栽牧草前后土壤镁含量及酸溶性镁的释放量

土号	牧草总吸镁量 mg/盆	酸溶性镁		水溶性镁		交换性镁		水溶性镁的减少		交换性镁的减少		酸溶性镁的释放	
		种前 PPm	种后 PPm	种前 PPm	种后 PPm	种前 PPm	种后 PPm	mg/盆	占牧草 吸镁%	毫克/盆	占牧草 吸镁%	mg/盆	占牧草 吸镁%
1	59.5	107.0	94.6	3.14	1.67	13.1	17.6	8.8	14.8	35.4	—	86.1	144.7
5	104.6	100.3	47.5	4.19	1.52	11.4	12.8	16.0	15.3	24.6	—	113.2	108.2
7	194.6	100.5	48.0	4.20	2.38	25.8	10.4	10.9	5.6	81.6	41.9	102.1	52.5
8	308.4	274.3	231.4	6.29	4.02	226.0	186.7	13.6	4.4	222.0	72.0	72.8	23.6
9	295.4	243.8	164.7	8.40	6.24	151.8	108.9	13.0	4.4	244.2	82.7	38.2	12.9
11	313.6	308.8	191.9	3.42	3.46	107.8	77.8	-0.2	—	180.6	57.6	133.2	42.4
12	684.9	3000.0	2755.3	15.34	13.09	1031.0	997.9	13.5	2.0	185.4	27.1	486.0	70.9

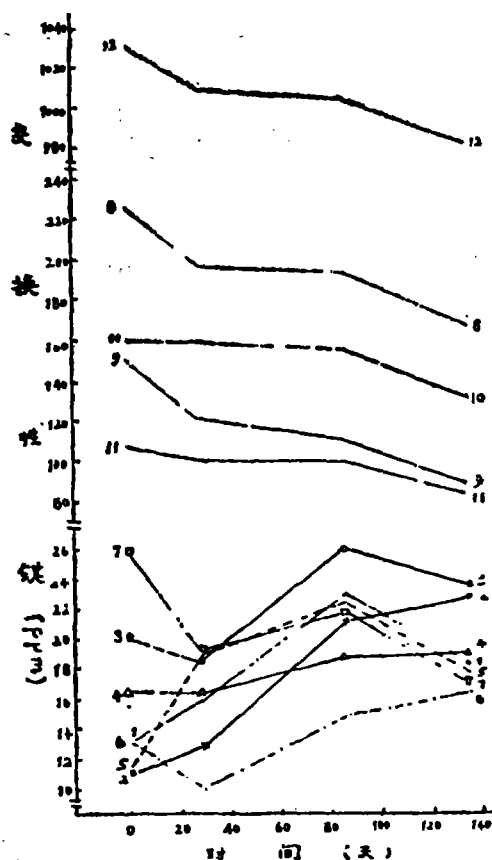
注: 1. 酸溶性镁释放量=牧草吸镁量-(水溶性镁减少量+交换性镁减少量)。(表6同)

2. 第2、3、4、6、10号土壤第二次收割的牧草, 制样时意外损失, 故不能统计。

土壤酸溶性镁释放量达66.93mg/盆, 占玉米吸镁量的37.4%; 11号土壤的释放量为3.08mg/盆, 占玉米吸镁量的15.5%, 其余土壤则没有释放(表6)。

(五) 牧草相对产量、吸镁量及玉米小苗的含镁量、吸镁量与土壤含镁量的相关性

牧草相对产量(设对照处理产量为100%)与土壤各形态镁含量的相关符合S型曲线; 与镁饱和度呈极显著负相关($r=-0.9245^{**}$); 与交换性镁及酸溶性镁含量成显著负相关, 相关系数 r 分别为-0.5897*和-0.6179*; 与全镁及水溶性镁含量也呈负相关但不显著。牧草吸镁量与全镁、酸溶性镁、水溶性镁含量均呈极显著的线性正相关, r 值分别



1~3: 花岗岩发育的砖红壤

4~7: 浅海沉积物发育的砖红壤

8~12: 玄武岩发育的砖红壤

图1 盆栽玉米过程中土壤交换性镁含量的变化

表6 盆栽玉米过程中土壤酸溶性镁的释放

土 号	玉米总 吸镁量 mg/盆	水溶性镁的 减少		交换性镁的 减少		酸溶性镁的 释放	
		mg/盆	占玉米 吸镁量 %	mg/盆	占玉米 吸镁量 %	mg/盆	占玉米 吸镁量 %
1	10.67	0.96	9.0	-4.16	—	13.87	130.0
2	6.48	0.58	9.0	-8.00	—	13.90	214.5
3	12.58	0.85	6.8	-3.06	—	14.79	117.6
4	10.87	0.62	5.7	-2.02	—	12.27	112.9
5	14.24	1.01	7.1	-5.07	—	18.30	128.5
6	10.64	1.51	14.2	-3.84	—	12.97	121.9
7	15.95	1.16	7.3	4.36	27.3	10.43	65.4
8	32.41	1.61	5.0	37.05	114.3	-6.25	—
9	27.70	1.05	3.8	38.55	139.2	-11.9	—
10	20.68	-0.01	—	20.67	100.0	0.02	0.1
11	19.89	-0.03	—	16.84	84.7	3.08	15.5
12	89.32	2.29	2.3	30.10	30.3	66.93	67.4

为: 0.8047**、0.8199**和0.7879**, 但与交换性镁及镁饱和度的相关性更好, r 值分别为: 0.9180**、0.9632**。玉米小苗的含镁量、吸镁量与各项土壤镁素含量指标也呈极显著线性正相关, 与交换性镁及镁饱和度的相关性最佳。

结论与讨论

(一) 土壤镁素状况

粤西砖红壤全镁含量普遍较低, 即使由含镁丰富的玄武岩发育的土壤, 全镁一般也低于0.2%, 远低于世界正常土壤平均值(0.6%)^[8], 与我国南方土壤的含量相近^[2,4]。其原因是, 在高温高湿的热带气候条件下, 原生矿物风化彻底, 次生矿物也以含镁甚低或不含镁的高岭石、三水铝石和氧化铁为主^{*}。采自徐闻大黄的土壤全镁含量较丰, 是由于该地年雨量仅有1100mm^{*}, 土壤的风化、淋溶作用相对较弱的缘故。

玄武岩发育的砖红壤交换性镁含量丰富, 而其他两种母质发育的砖红壤, 交换性镁极为贫缺, 可见母质对交换性镁含量的影响大于对全镁的影响。

* 广东省湛江市土壤普查办公室, 1986, 湛江土壤(资料)。

(二) 关于酸溶性镁的有效性

一般认为,水溶性镁和交换性镁是有效的。关于酸溶性镁(非交换性镁)的有效性,国外报道不一^[6,7,9],国内尚缺少这方面的研究。本研究的结果是,酸溶性镁释放量的多寡因土壤与作物而异。交换性镁含量不足的花岗岩、浅海沉积物发育的砖红壤,酸溶性镁释放较多;交换性镁含量较高的玄武岩发育的砖红壤,酸溶性镁对牧草有效性较大,对玉米小苗有效性一般较低。

盆栽牧草和玉米小苗的过程中,花岗岩和浅海沉积物发育的一些土壤,其交换性镁的减少量为负值,这并非由于交换性镁对作物无效,而是因为含量较低,致使作物吸收缓慢,而酸溶性镁又不断释放补充之故。

(三) 对土壤镁素诊断指标的探讨

土壤镁素诊断指标,国外多用交换性镁含量、镁饱和度以及交换性镁与其它交换性阳离子的比率(如 Mg/K)等^[5,8,9]。这些指标对我国土壤是否适用,尚没有研究资料发表。据本试验的结果,初步认为交换性镁的含量及镁饱和度可用作土壤镁素诊断指标,而酸溶性镁含量可用于评价土壤有效镁的补充能力,但不宜作为诊断指标。理由有二、其一,在本试验条件下,交换性镁含量及镁饱和度与牧草相对产量、吸镁量以及玉米小苗含镁量、吸镁量的相关性甚佳。其二,交换性镁含量不足的土壤,对照处理的牧草含镁量、吸镁量均很低,并出现较为严重的缺镁症状,即使是酸溶性镁含量很高的3号土壤也是如此。显然,在交换性镁含量不足的情况下,尽管酸溶性镁的有效性较高,但其释放速度还未能满足作物正常生长发育的需要。

根据本研究及华南红壤区几个镁肥试验结果^[1,4],并参考国外镁素诊断指标^[5],初步拟定粤西砖红壤供镁水平分级指标,即交换性镁及镁饱和度分别低于25ppm和3%者为供镁能力极低;分别在25~50ppm和3~6%之间的为低;在50ppm~100ppm和6~8%范围内的为中等;高于100ppm和8%的为高。

根据上述指标,本研究采集的玄武岩发育的砖红壤均属供镁水平高之列;而浅海沉积物及花岗岩发育的砖红壤均属供镁水平低或极低,对这些土壤,应重视镁肥的试验和推广。

应当指出,本文所得结果仅来自盆栽试验,尚缺大田试验的支持,仍需进一步验证。关于陪伴离子对作物吸镁的影响也有待研究。

引 用 文 献

- [1] 林齐民,陈举鸣.福建农学院学报,1985;14(3):219-227
- [2] 林齐民,陈举鸣.福建农学院学报,1986;15(2):132-139
- [3] 袁可能编.植物营养元素的土壤化学.北京:科学出版社,1983:261-293
- [4] 谢建昌等.土壤学报,1963;11(3):294-304
- [5] L.M.沃尔什, J.D.比坦主编,周鸣铮译.土壤测定与植物分析.北京:农业出版社,1982:88-99
- [6] Christenson, D.R. and Doll, E.C.:1978, Soil Sci. 126(2), 166-168.
- [7] Kidson, E.B., Hole, F.A., and Metson, A.J.:1975, N.Z. J. of agric. Res. 18, 337-349.
- [8] Lombin, L.C. and Fayemi, A.A.A.:1976, Soil Sci. 122(2), 91-99.

- [9] Lombin, L.G. and Fayemi, A.A.A. 1976. J. Sci. Fd. Agric. 27, 101-108.
[10] Mokuwonye, A.U. and Melsted, S.W., 1973. Commun. in Soil Sci. plant Anal. 4(5), 397-405.

MAGNESIUM STATUS AND AVAILABILITY IN LATERITE OF THE WESTERN PARTS OF GUANGDONG PROVINCE

Sun Guangming Huang Jianan Lu Faxi

(Soil Science and Agrochemistry Department)

ABSTRACT

Twelve soils derived respectively from basalt, granite and seashore deposit were collected and cropped with grass (Cestercross-1 Pennudgrass) and corn in the greerhouse. The soil analysis data showed that all soils but one had relatively low content of total Mg. The soils derived from basalt were rich in exchangeable Mg (more than 100 ppm Mg in the topsoils). The soils derived from granite and seashore deposit were poor in exchangeable Mg (ranging from 11.1 to 25.8 ppm in the topsoils). There were significant correlations among different forms of magnesium. Exchangeable Mg in the topsoils correlated significantly with soil pH and CEC. Mg concentration in the grass and corn was well correlated with initial total Mg, acid soluble Mg, exchangeable Mg and Mg saturation of OEC. Its correlations with exchangeable Mg and Mg saturation of CEC were much more significant. So was the total Mg removed by these two crops. Acid soluble Mg was available to the grass and corn, but its release was too slow to meet the requirement of plant growth. It was concluded that exchangeable Mg and Mg saturation of CEC are better indices for evaluating the magnesium availability of the soils and the effects of magnesium fertilizer on plant growth.

Key words, Magnesium status; Availability; Exchangeable Mg; Acid soluble Mg; Mg saturation of CEC.