

石灰性土壤中碳酸钙在固磷作用中的地位

李 祖 荫

(西北农学院土壤农化系)

石灰性土壤有着显著的固磷作用,不仅固定速率快,而且固定数量大。但固定强度并不十分严重。^(1,2,3,4,5)所谓固磷作用,乃指施入土壤的各种含磷化合物从可溶性或速效性状态转变为不溶性或缓效性状态而言。固磷作用的强弱常常以固磷能力来说明。石灰性土壤固磷能力的测定,一般认为以0.5MNaHCO₃溶液所不能浸提出来的磷素数量来衡量比较妥当。

石灰性土壤中的碳酸钙在固磷作用中起着多大的作用?关于这个问题,许多土壤农化工作者在其有关论著中均有所述。其中不少学者都把碳酸钙视为固磷作用的主要基质。^(6,7,8,9)为了探讨这个问题,我们进行了一些初步的研究。

一、石灰性土壤中CaCO₃含量对固磷作用的影响

如果土壤中CaCO₃是直接参与固磷作用的主要基质,那么在同一地区、同一土壤类型、土壤性质基本相似的条件下,CaCO₃含量多的,固磷作用一定比较大;反之,则比较小。

为了了解CaCO₃含量对固磷作用的影响,我们对陕西关中十个县25个点的耕层(0—20cm)土壤进行了研究。这些土壤均属石灰性土壤,腐殖质含量多在1%左右,PH变动在8.0—8.5之间,土壤质地为壤土。其基本理化性质见表1。

(一) 试验方法

将采自田间的土样风干、过筛。用气量法分析CaCO₃含量,用Olsen法测定土壤速效磷。同时测定它们的固磷能力。

固磷能力测定的具体方法是:称取风干土样5克,置于烧杯中,加入含P₂O₅100ppm的KH₂PO₄水溶液10ml,摇匀。在室温下放置72小时后,用Olsen法比色测定速效磷含量。根据测出的速效磷含量,按下式计算固磷百分率:

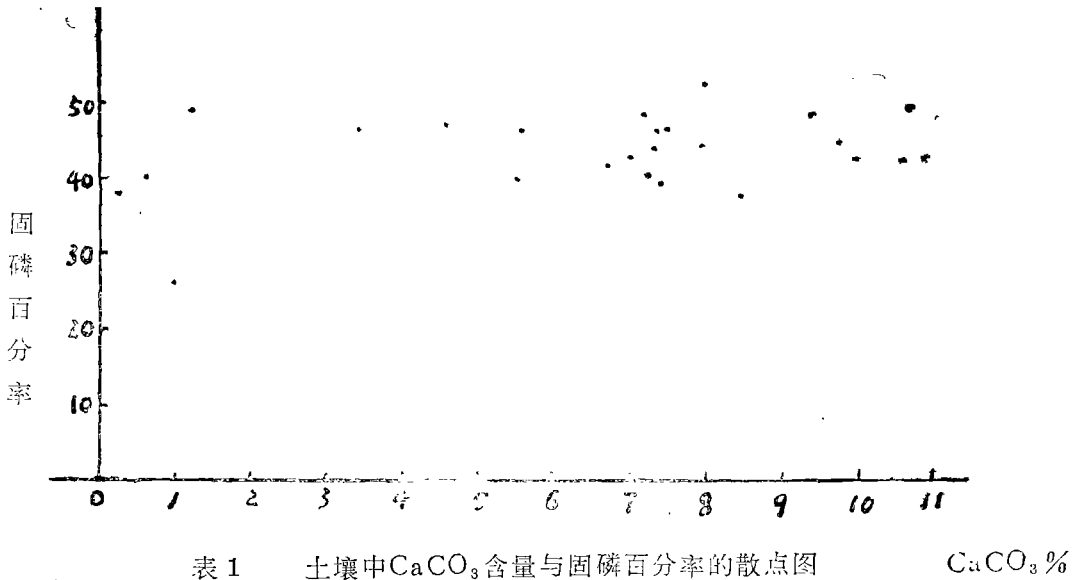
$$\text{固磷百分率}(\%) = \frac{(\text{加入量} + \text{原有量}) - \text{测出量}}{\text{加入量}} \times 100$$

(二) 试验结果

试验结果如表1。从表1可以看出:

1、在25个供试土样中,含CaCO₃少者不足1%,多者超过了10%,平均为6.35%。其分布(含CaCO₃<1%的占12%,含量在1—2%的占8%,含量在2—5%的占

8%，含量在5—8%的占44%，含量在8—10%的占16%，超过10%的占12%）基本上可以代表关中土壤中 CaCO_3 含量的实际情况。从固磷百分率看，绝大多数土壤都在40%到50%的范围内（参阅图1），并不因 CaCO_3 含量的多寡而呈现出明显的差异。相反， CaCO_3 含量很少的土壤，固磷能力可以很大，如80-3-1, 8-3-1； CaCO_3 含量很多的土壤，固磷能力却并不大，如80-2-1, 7-2-1, 7-4-1等。



2、用统计的方法求得 CaCO_3 的含量与固磷百分率之间的相关系数为0.1346, 远远达不到显著标准, 即 CaCO_3 的含量对固磷百分率没有明显的影响。用同样的方法计算物理粘粒($<0.01\text{mm}$)的含量与固磷百分率之间的相关性, 却达到了极显著的标准($r=0.7218$)。上述结果与M.B.SenGupta等人的试验基本上是相吻合的。⁽¹¹⁾由此可以初步推断, CaCO_3 并不是石灰性土壤中直接参与固磷作用的主要基质。

表 1 土壤中 CaCO_3 含量与固磷百分率之间的相关性

土样编号	采集地点	腐殖质(%)	速效 P_2O_5 (ppm)	PH(水提)	机械组成 ($<0.01\text{mm}\%$)	CaCO_3 (%)	固磷百 分率(%)
80—1—1	武功西农	1.11	58	8.2	48.64	5.56	45.5
80—2—1	兴平正东	1.06	18	8.4	44.88	9.99	43.0
80—3—1	户县农科所	1.55	21	8.0	45.81	1.17	49.0
1—2—1	宝鸡联合	1.17	58	8.2	46.13	7.41	46.0
1—5—1	宝鸡东阳	1.53	28	8.2	48.32	7.15	48.5
2—1—1	岐山岐星	1.37	18	8.3	43.08	3.66	46.5
2—2—1	岐山东关	1.22	28	8.2	45.15	7.35	46.0
2—4—1	岐山仓颉庙	1.35	28	8.1	44.26	7.53	40.0
3—1—1	扶风稜角	0.98	25	8.3	49.40	10.64	48.5
4—1—1	武功夏家沟	1.08	24	8.4	48.35	9.36	48.0
4—2—1	西农一站	1.28	20	8.2	49.45	7.98	52.0
5—3—1	周至镇东	—	29	8.0	27.62	0.17	38.0
6—3—1	兴平北马	1.23	20	8.5	47.14	9.67	44.0
7—2—1	咸阳安村	1.34	30	8.5	41.07	10.56	42.0
7—3—1	咸阳孔寨	1.32	32	8.4	38.02	4.62	46.5
7—4—1	咸阳伍堡	1.36	25	8.5	44.09	10.84	42.0
8—1—1	户县东韩	1.22	26	8.0	39.16	0.56	45.0
8—2—1	户县罗什	1.29	18	8.0	26.96	1.03	26.0
8—3—1	户县东街	1.63	38	8.1	38.35	0.72	51.0
9—1—1	渭南辛市	1.13	16	8.5	34.11	7.87	44.0
9—2—1	渭南双王	0.72	28	8.5	28.50	5.50	39.5
9—4—1	渭南五里铺	1.07	16	8.5	29.49	7.25	40.0
10—1—1	华县郭村	1.13	16	8.4	38.84	6.96	42.5
10—2—1	华县李庄	0.81	20	8.5	32.53	8.42	37.0
10—3—1	华县郭村农场	1.22	20	8.0	36.67	6.68	41.0

CaCO_3 含量与固磷百分之间的相关系数 $r = 0.1346$

物理粘粒含量与固磷百分率的相关系数 $r = 0.7218$

腐殖质测定用丘林法；PH值用雷磁25型酸度计测定，土水比为1:2.5；
速效磷测定用Olsen法；机械组成用比重计速测法； CaCO_3 用气量法测定。
腐殖质含量系本组刘鹏生老师提供，特表谢意。

二、土壤中加入不同数量的 CaCO_3 对固磷作用的影响

土壤是一个十分复杂的不均匀体。尽管上述供试土样基本性质相似，但并不完全相同。为了减少土壤差异的影响，我们选用含 CaCO_3 数量很少的户县农科所南边农田的耕层与粘化层为试样（基本性质见表3），人为地给其中加入不同数量的 CaCO_3 （化学试剂），比较 CaCO_3 含量多少对固磷作用的影响。

具体做法是：称取5克土样四份，分别加入0g、0.1g、0.25g与0.5g的 CaCO_3 ，重复两次，混合均匀，加水润湿，放置半小时。然后依照前述方法，加入 KH_2PO_4 溶液，在室温下放置24小时，测定固磷百分率。结果如表2。

表2 加入不同数量 CaCO_3 的对固磷能的影响

土样层次	CaCO_3 含量 (%)	CaCO_3 的 加入量(g)	PH值 (水浸)	速效 P_2O_5 (ppm)	固 磷 能 力			
					原有量	加入量	测出量	固定率 (%)
耕作层	1.17	0	8.0	21	105	1000	730	37.5
		0.10	8.0	21	105	1000	720	38.5
		0.25	8.1	21	105	1000	735	37.0
		0.50	8.1	21	105	1000	735	37.0
粘化层	0.89	0	7.8	2	10	1000	630	38.0
		0.10	7.8	2	10	1000	635	37.5
		0.25	7.9	2	10	1000	635	37.5
		0.50	7.9	2	10	1000	635	37.5

上表说明：人为地给供试土壤中加入不同数量的 CaCO_3 ，对土壤的PH值影响微小，对土壤速效磷含量无影响。从土壤的固磷能力看，基本上没有变化。

三、纯碳酸钙的固磷作用

固相 CaCO_3 有无固磷作用？固磷能力到底有多大？随着时间的延续固磷能力的变化怎样？上述两项试验还不能明确地作出回答。为了进一步探讨这些问题，我们选用 CaCO_3 （化学试剂）与天然方解石（研成细粉通过0.25mm筛孔）为试样，按照前述方法，进行固磷能力的测定。同时，对武功、兴平与户县三地塿土的耕层与粘化层土样进行了同样的处理与测定，以便相互比较，更好地说明问题。结果如表4。

表3 武功、户县、兴平壤土耕层与粘化层的基本理化性质

土样编号	采土地点	层 次	PH (水浸)	机 械 组 成 ($<0.01\text{mm}\%$)	腐殖质 (%)	阳离子代换量 ($\text{ml}/100\text{g土}$)	CaCO_3 (%)
80—1—1	武功	耕作层	8.2	48.64	1.11	13.6	5.56
80—1—2		粘化层	7.9	52.25	0.67	20.5	0.76
80—3—1	户县	耕作层	8.0	45.81	1.55	16.6	1.17
80—3—2		粘化层	7.8	51.77	0.89	20.5	0.89
80—2—1	兴平	耕作层	8.4	44.88	1.06	—	9.99
80—2—2		粘化层	8.2	51.46	0.71	—	3.60

阳离子代换量系本组张志谦同志提供，特表谢意。

表4 放置不同时间 CaCO_3 、方解石等试样固磷能化的变化

土样编号	样品名称	速效 P_2O_5 含量 (ppm)	固 磷 百 分 率 (%)					
			1 天	3 天	7 天	15 天	30 天	90 天
80—1—1	武功耕层	58	36.0	45.5	46.0	46.0	51.0	53.0
80—2—1	兴平耕层	18	34.0	43.0	43.0	44.0	46.0	56.0
80—3—1	户县耕层	21	37.5	49.0	50.5	54.5	54.5	59.5
	平 均		35.8	45.8	46.5	48.2	50.5	55.2
80—1—2	武功粘化层	2	38.0	51.0	55.5	56.8	57.0	59.0
80—2—2	兴平粘化层	1.5	37.5	50.8	52.3	56.8	57.3	60.5
80—3—2	户县粘化层	2	38.0	51.0	55.0	57.5	57.5	61.5
	平 均		37.8	51.0	54.3	57.0	57.3	60.3
	CaCO_3	0	4.0	7.0	11.5	10.0	18.5	22.0
	方 解 石	0	1.5	5.0	—	—	13.5	19.0
	平 均		2.8	6.0			16.0	20.5

从表4可以看出：

1、武功、户县与兴平三处的六个土样，不论耕层或粘化层，固磷百分率均随着时间的延续而不断增长。增长的幅度前期（三天前）大，后期小，表现十分清楚（参阅图2）。

2、粘化层的固磷能力自始至终均高于耕作层。放置了三天的，粘化层固磷百分率平均为51.0%，而耕层为45.8%；放置一个月的，粘化层平均达57.3%，而耕层为50.5%；放置三个月以后，粘化层平均是60.3%，而耕层为55.2%。

3、 CaCO_3 与方解石的固磷能力,与六个土样相比较则大不相同。从固磷百分率看,虽然也是随着时间的推移而不断增长。但增长的幅度前期(三天前)比较小,后期却比较大(参阅图2)。从它们的固磷能力看,较之六个土样来说要小得多。放置了三天的,固磷百分率平均为6.0%,仅相当于耕作层的13.1%;放置30天的,平均才达到16%,只相当于同期耕层的31.7%;放置了90天以后,上升至20.5%,也只达到耕层的37.1%。

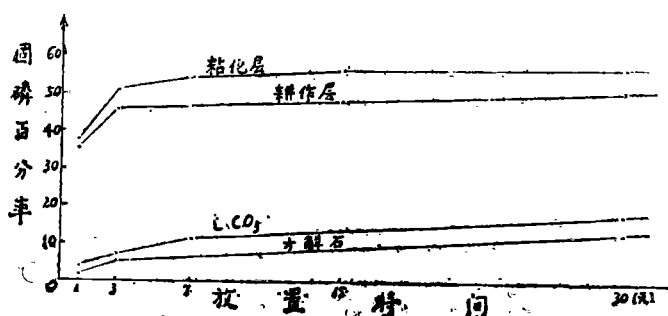


图2 CaCO_3 、方解石与垆土耕层、粘化层固磷能力的变化图

小 结

- 1、石灰性土壤中 CaCO_3 的含量与固磷百分率之间的相关性很差。
- 2、人为地给土壤中增加 CaCO_3 的含量,对固磷能力基本上无影响。
- 3、 CaCO_3 与方解石本身的固磷能力均很小,尤其是在前期。

根据以上试验结果,我们认为:固相 CaCO_3 ,本身虽然具有一定的固磷作用,但它并不是石灰性土壤中直接参与固磷作用的主要基质。至于 CaCO_3 对固定产物以及固定产物的转化有何影响,那是另外一个问题,非本文所要讨论的范围。至于什么是石灰性土壤中固磷作用的主要基质,有待进一步研究。

主要参考文献

1. 朱显谟: 垆土 1964年 农业出版社 P.99—105
2. 彭相林、唐森本: 1965年 关中垆土磷素状况和磷肥转化的研究(资料)
3. 黎耀辉、杜忠诚: 1963年 陕西关中石灰性土壤上几种形态磷肥肥效比较
《土壤通报》第6期
4. 李中平、邹权祥: 1962年 山西石灰性褐色土上磷肥肥效试验
《土壤通报》第1期
5. 李祖荫: 1980年 关于石灰性土壤上磷的固定速度固定数量和固定强度《陕西农业科学》第5期

6. 南京土壤所响水点：1976年 苏北旱改水中磷肥的施用问题
《土壤》第2期
7. 鲁如坤：1980年 土壤磷素
《土壤通报》第1期
8. 吕殿青：1980年 石灰性土壤中腐植质与磷的吐纳关系及其存放性
《土壤通报》第5期
9. 李鼎新：1980年 关于瘠土磷素状况及影响磷素有效性因子的研究
《土壤通报》第6期
10. G.W.Thomas：1974年 土壤磷的测定
《土壤学进展》第4期
11. M.B.Sen Gupta：1965年 石灰性土壤中的磷
《土壤译丛》第6期 史瑞和译
13. 叶柄、赵占胜：1962年 东北地区三种土壤磷酸吸附作用的研究
《土壤通报》第1期
13. 傅明华、承友松：1979年 上海土壤磷素状况的研究
《土壤学报》第4期

The position of lime-soil calcium carbonate in phosphorus fixation

Li Zuyin

Department of Soil Science and Agrochemistry,
Northwestern College of Agriculture, Wugong

Abstract

The fixation of phosphorus in calcareous soil is considered serious. A number of investigators regard CaCO_3 as a main basic material fixing phosphorus. In order to seek the effect of CaCO_3 on phosphorus fixation, a preliminary work on the correlation between the content of CaCO_3 in calcareous soils and the amount of phosphorus fixation, the fixing power of pure CaCO_3 for the element and influence of various quantity of CaCO_3 added to the soils on the fixation of phosphorus was conducted, respectively. The results are as follows:

1. The correlation coefficient between the amount of CaCO_3 in the soils and the percentages of phosphorus fixation is 0.1346, far less than significant standard, indicating that CaCO_3 content in the soils has no significant influence on the element fixation;

2. Additions of CaCO_3 to the soils have not basically affected the fixing power of the soils for phosphorus;

3. The phosphorus-fixing capacity of either CaCO_3 or calcite itself is very slow, especially in a short time (less than one week).

According to the experimental results above, we presume that CaCO_3 in solid state is not the main basic substance which directly takes part in the function of phosphorus fixation although it has a certain effect on this fixation.