

# 石灰性土壤中磷的固定

## I. 土壤中有机质对磷酸固定的影响

唐 誦 六 傅 積 平

石灰性土壤中磷的固定作用，很多年来就是引人注意的问题。一般石灰性土壤中都含有磷，但为土壤所固定，不利植物需用，如在石灰性土壤中施用可溶性磷肥，大部磷素被土壤固定，降低对植物生长的有效率。在酸性土壤中，固定磷的主要原因是铁、铝的沉淀作用<sup>[2,3]</sup>；而在石灰性土壤中主要是由于碳酸钙对磷酸的表面吸附和沉淀作用<sup>[5,8]</sup>。Марковский 和 Пономарева<sup>[3]</sup>在 1955 年的研究认为，土壤吸附磷酸主要发生在小于 0.01 毫米的颗粒部分，而大于 0.01 毫米的颗粒吸附量很小。Olsen 和 Watanabe<sup>[7]</sup>在 1957 年也得出：土壤吸附磷酸的量与表面积直接有关，一般粘质土壤的吸附量大于轻质土壤。此外，许多研究工作的结果证明，有机质可减少磷的固定，提高土壤中磷的有效性。对石灰性土壤而言，有机质的这种效果可能是由于有机阴离子和磷酸离子间的置换作用，另外在吸附作用中，有机阴离子占据了表面，因而减少磷酸离子的吸附机会<sup>[6,8]</sup>。邢光熹等<sup>[4]</sup>在 1960 年对耕种的石灰性土壤的研究结果表明，土壤中加入胡敏酸后能显著降低土壤对磷的固定。

在北方地区如何发挥石灰性土壤中磷的效率是一个重要课题。同时土壤的磷酸固定作用又可作为鉴别土壤肥力的一个指标。本文着重研究土壤中有机质对磷酸固定的影响，并拟借此以分辨土壤肥力的水平。

### 一、试验样品及方法

#### (一) 试验样品

所用土样采自北京朝阳区的浅色草甸土和浅色草甸褐土以及河南长葛县的浅色草甸褐土。在同一土壤中再按肥力高低分别采二个标本，各取表层 20 厘米土壤，共计 6 个土样进行磷酸固定试验。所用土样都呈石灰性反应，游离碳酸钙含量 2—4%，pH 8.0 左右。机械分析和有机质分析的结果列于表 1。土样风干后通过 1 毫米筛孔，备作试验用。

表 1 土壤样品的机械分析和有机质含量

土 壤	肥 沃 度	<0.01 毫米颗粒 (%)	质 地*	有 机 质 (%)
浅色草甸土 (北京)	高	36.0	中壤土	1.49
	低	35.0	中壤土	1.32
浅色草甸褐土 (北京)	高	27.5	轻壤土	1.23
	低	26.5	轻壤土	0.97
浅色草甸褐土 (河南长葛)	高	20.5	轻壤土	1.40
	低	20.0	轻壤土	1.09

\* 中国科学院土壤及水土保持研究所土壤物理组分析。

## (二) 試驗方法

1. 土壤的磷飽和处理 称 10 克通过 1 毫米篩孔的风干土,置于衬有滤紙的磁漏斗上,用 250 毫升 0.1 N  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  溶液連續淋洗 3 次,接着用 70% 的酒精洗滌土壤,至滤液无鉬藍反应为止。处理后的土壤风干并混和均匀。

2. 土壤有效磷 用醋酸-醋酸钠緩冲液 (pH 4.8) 提取,水土比例为 25:1,振蕩 15 分钟。

3. 土壤全磷量 0.5 克土壤,用浓硫酸及浓硝酸加热消煮。

4. 計算土壤的固磷量和固磷率。

磷酸固定量 = (磷飽和土壤全磷 - 原土全磷) - (磷飽和土壤有效磷 - 原土有效磷)

磷酸固定率 =  $\frac{\text{磷飽和土壤全磷} - \text{磷飽和土壤有效磷}}{\text{磷飽和土壤全磷}} \times 100$

5. 土壤的鈣結合态磷 土壤用  $\text{HNO}_3\text{-NH}_4\text{NO}_3$  溶液淋洗去除与鈣結合的磷<sup>[1]</sup>。

鈣結合态磷 = 原土全磷量 -  $\text{HNO}_3\text{-NH}_4\text{NO}_3$  处理后土壤全磷量。

## 二、結果及討論

根据試驗結果(表 2),各种土壤的磷酸固定量和固定率有显著差別。浅色草甸土的磷酸固定作用比北京的浅色草甸褐土強,北京的浅色草甸褐土又比河南长葛的浅色草甸褐土強;在同类土壤中肥沃度較高的土壤的固磷作用較弱。造成这种差別的原因可分下列两方面来討論。

首先研究土壤質地对磷酸固定的影响。根据机械分析結果(表 1)可以看出,固定磷最多的浅色草甸土質地較粘,屬中壤土,小于 0.01 毫米顆粒的含量也最高,占 35—36%;北京和河南长葛的浅色草甸褐土都屬輕壤土,但小于 0.01 毫米顆粒的含量却有差別,固定磷居中的北京浅色草甸

表 2 不同土壤的磷酸固定量和固定率

土 壤	肥沃度	全磷量 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ 毫克/100 克土)		有效磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ 毫克/100 克土)		固 磷 量 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ 毫克/100 克土)	固磷率 (%)
		磷 飽 和	未 处 理	磷 飽 和	未 处 理		
浅色草甸土 (北京)	高	520	172	140	3.63	212	73
	低	520	160	122	2.00	242	77
浅色草甸褐土(北京)	高	392	162	125	8.82	114	68
	低	348	140	79	4.63	134	77
浅色草甸褐土 (河南长葛)	高	348	154	149	9.55	55	57
	低	400	132	124	4.50	149	69

褐土,含 26—27%,固定磷最少的河南长葛浅色草甸褐土只含 20% 左右。土壤顆粒愈細,表面积愈大,吸附能力愈強,固定磷的量也就愈多。土壤顆粒粗細直接影响固定磷酸的能力。

但是,土壤固定磷酸能力的大小与土壤中有机質含量有密切关系。根据表 1,在同类土壤中的不同肥沃度的土壤,机械組成的差別很小,但有机質含量相差可达 0.1—0.3%。肥土中有机質含量較高,固定磷酸作用較少,可能是有机質与鈣离子、固相碳酸鈣及土壤顆粒相結合,从而減少了磷酸离子的吸附和沉淀。所以質地相同的土壤,其磷酸固定作用的大小主要决定于有机質的含量。

为了进一步証实有机質在減少磷酸固定中的作用,我們曾用 30% 的过氧化氢先去除土壤中的有机質,然后再用  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  飽和处理土壤,并測定其固磷率。从表 3 中可以看出,去除有机質后不同肥沃度的土壤的固磷率趋于接近(87 与 89);与表 2 的結果相比較,土壤去除有机質后固磷率

增加了12%左右。

表3 土壤去除有机質后的磷酸固定率

土 壤	肥 沃 度	磷飽和土壤全磷 ( $P_2O_5$ 毫克/100 克土)	磷飽和土壤有效磷 ( $P_2O_5$ 毫克/100 克土)	固 磷 率(%)
淺色草甸土	高	2,240	303	87
	低	2,720	311	89

由此可見,土壤中施用有机肥料可以減少土壤固定磷酸的作用,提高磷肥的肥效。

最后,为了了解鈣在磷酸固定作用中的地位,作了土壤中鈣結合态磷的分析。表4的結果表

表4 磷飽和土壤的鈣結合态磷

土 壤	肥 沃 度	$HNO_3$ 处理后全磷 ( $P_2O_5$ 毫克/100 克土)	鈣 結 合 态 磷 ( $P_2O_5$ 毫克/100 克土)	占 全 磷(%)
淺色草甸土	高	184	336	64.6
	低	188	332	63.8

明,經磷飽和处理后的土壤中約有64%左右的磷素是与鈣結合的,而同类土壤中不同肥沃度的土壤並沒有差別。这証明鈣在石灰性土壤的磷酸固定中起着重要的作用。

### 三、摘 要

1. 土壤質地对磷的固定有直接关系,質地愈粘,小于0.01毫米顆粒愈多,磷的固定也愈強。
2. 有机質可以減少磷的固定。質地相同的土壤,有机質含量高者磷酸固定量較小。
3. 石灰性土壤經磷飽和处理后,鈣結合态磷的含量至少占全磷量的60%以上。

### 参 考 文 献

- [1] 邢光熹、楊珍基、宋雅菊、陈光君: 有机肥料对土壤磷素的影响。土壤, 1960年第6期, 18—19頁。
- [2] 武政玲、姚文华、魯如坤: 溶性磷盐在紅壤中的状态轉化。土壤学报, 1957; 5(4): 305—316。
- [3] Марковский, А. Г., Пономарева, В. А.: Групповой состав частиц почвы менее 0.01 м.м. и его значение в поглощении почвами фосфорной кислоты. Почвоведение, 1955, № 8, 49—60.
- [4] Deesbach, W. J.: Untersuchungen über den Bindungszustand der Phosphorsäure in einigen europäischen Schwarzerdeböden. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde, 1956, 74:97—111.
- [5] Hemwell, J. E.: The fixation of phosphorus by soil. In A. G. Norman, ed., Advances in Agronomy. 9:95—112, Academic Press, Inc., N. Y., 1957.
- [6] Kardos, L. T.: Soil fixation of plant nutrients. In F. E. Bear, ed., Chemistry of the soil. 177—199. Reinhold publishing corp., 1955.
- [7] Olsen, S. R., Watanabe, F. S.: A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1957. 21:144—149.
- [8] Pierre, W. H. and Norman, A. G. ed.: Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Academic Press Inc., N. Y., 1953.