

# 石灰性土壤中锰素营养的研究

## III. 土壤中 $MnSO_4$ 的转化及不同形态锰的含量变化

张维理 张乃凤

(中国农业科学院土壤肥料研究所)

土壤中养分的存在形态不同对作物的可给性不同。从植物营养的角度虽然可将土壤中的锰分为三种形态：即速效锰(为作物直接吸收利用的二价锰)、缓效锰(主要为三价锰的氧化物,易于转化为二价锰)和无效锰(不易为作物吸收利用的四价锰),但用试验手段却很难获得这些结果。习用的方法是采用某种提取剂以提出某一形态的锰。本文根据盆栽试验和土壤测定的资料<sup>[1,2]</sup>,对易还原态、代换态、有机络合剂络合态、磷酸盐溶解态以及水溶态锰在石灰性土壤中的转化和含量变化进行了初步探讨。

### 一、施入的 $MnSO_4$ 在石灰性土壤中的转化

三种石灰性土壤上进行五种施锰处理后各形态锰在土壤中的含量变化示于图 1。从图 1 可以看出,施入的  $MnSO_4$  短时间内大部分转化为易还原态锰,随后仍以这种形态存在于土壤中。施入  $MnSO_4$  后代换态锰含量不仅没有增加且随着施用量的加大还有下降的趋势。这可能是由于施入的  $MnSO_4$  大量转化为氧化锰,这些新生成的氧化锰具有很强的吸附能力<sup>[4]</sup>,因而吸附沉淀了一部分原来即存在于土壤中的代换态锰。施锰量大时新生成的氧化锰多,对代换态锰的吸附沉淀作用也较为强烈,致使土壤代换态锰下降。施入  $MnSO_4$  后土壤中各种有机络合剂络合态锰几乎不增加或只有微量增加,并且在栽培条件下因  $MnSO_4$  的施入而增加的这部分络合态锰不能稳定存在,短时间内转化为其他形态。施入  $MnSO_4$  基本上不增加石灰性土壤中磷酸盐溶解态锰的含量。

为定量描述施入土壤的  $MnSO_4$  的转化情况,用施锰后土壤中各形态锰含量对施锰量做回归分析(表 1)。式中回归系数“ $b$ ”的意义为当固定其他因素对土壤中每施入相当于 1ppm 的  $MnSO_4$  后引起土壤中某种形态锰的增加或减少量。可以看出施入的锰大约 61—86% 转化为易还原态锰。而因  $MnSO_4$  施入引起土壤代换态锰的吸附固定量占施锰量的 0—6%。

### 二、盆栽条件下土壤中各种形态锰的含量变化 及其与土壤供锰能力的关系

如果说在三种石灰性土壤上施入  $MnSO_4$  后并未引起土壤代换锰、DTPA 络合态锰、

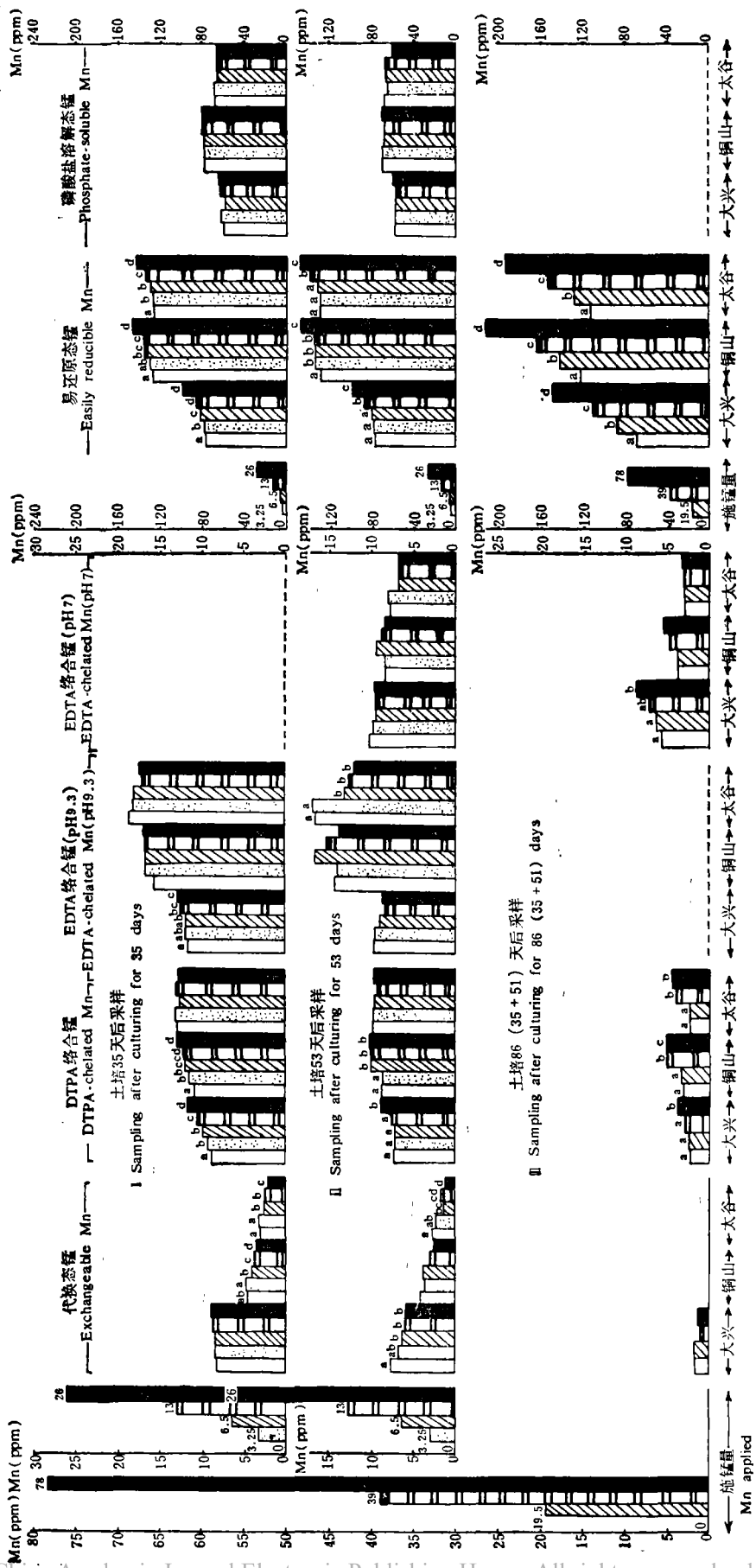


图 1 施入  $MnSO_4$  后不同形态的锰在石灰性土壤中的含量状况  
 Fig. 1 Status of Mn forms in calcareous soils after application of  $MnSO_4$

表 1 土壤中不同形态锰含量对施锰量的回归

Table 1 Regression of Mn applied in soils with the amount of soil Mn in different forms

土壤锰形态 Forms of soil Mn	采土地点 Locality	盆栽 35 天采样 Cultured for 35 days		盆栽 53 天采样 Cultured for 53 days	
		<i>b</i>	<i>r</i>	<i>b</i>	<i>r</i>
易还原态锰 Easily reducible Mn	大兴	0.80	0.99**	0.86	0.99**
	铜山	0.71	0.99**	0.61	0.97**
	太谷	0.64	1.00**	0.76	0.99**
DTPA 络合锰 pH 7.3 DTPA-chelated Mn	大兴	0.11	0.97**	0.05	0.94**
	铜山	0.07	0.95**	0.06	0.74
	太谷	-0.02	-0.57	-0.01	-0.30
EDTA 络合锰 pH 9.3 EDTA-chelated Mn	大兴	0.05	0.96**	-0.04	-0.73
	铜山	0.01	0.34	-0.03	-0.24
	太谷	-0.06	-0.75	-0.18	-0.82
代换态锰 Exchangeable Mn	大兴	0.00	0.51	-0.04	-0.79
	铜山	-0.04	-0.97**	-0.06	-0.95**
	太谷	-0.04	-0.94**	-0.06	-0.87*
磷酸盐溶解态锰 Phosphate-soluble Mn	大兴	0.14	0.77	0.02	0.18
	铜山	-0.01	-0.14	0.01	0.17
	太谷	-0.10	-0.56	0.01	0.16

\*  $P \leq 0.05$ , \*\*  $P \leq 0.01$ .

EDTA 络合态锰的含量水平发生很大变化,那么盆栽条件下不同时间采样上述形态锰的含量水平却呈现极大的变化。图 1 中三个石灰性土壤上上述形态锰的横向变化(不同施锰处理之间的变化)较小,而纵向变化(不同采样时间之间的变化)较大。盆栽条件下上述

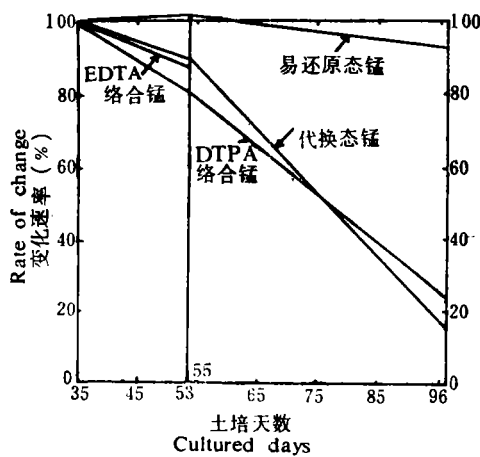


图 2 土壤中不同形态锰的变化速率

Fig. 2 Rate of change of soil Mn in different forms

$$\text{变化速率} = \frac{\text{各次采样之测定结果}}{\text{土培 35 天采样之测定结果}} \times 100$$

形态锰的变化速率参见图 2。可以看出 51 天之中代换态锰可下降 80% 以上; 络合态锰的下降也可达 70% 以上。虽然对引起这种变化的具体原因尚不十分清楚, 但实验结果却说明这种下降并非植物吸收所造成, 并且与土壤供锰状况似无密切联系。以上结果表明代换态锰及络合态锰的变化趋势大体一致, 此类锰不能稳定地存在于石灰性土壤中, 在栽培条件下短时间内其含量水平波动极大, 因而对土壤供锰能力来说不大可能具有重要意义。从图 1、图 2 还可以看出: 盆栽条件下易还原态锰可较为稳定地保持一定水平。已知此形态锰的含量水平与植株吸锰量显著相关, 可以结论易还原态锰对土壤供锰能力的影响极大。

三种石灰性土壤各施锰处理的盆钵, 无论是风干或是新鲜土壤样本, 均测不出水溶态锰, 可知石灰性土壤中水溶态锰几乎是不存在的。

Fink<sup>[3]</sup> 曾将土壤中各种养分的形态区别如下:

土壤中各种养分的活性和可用性的关系

养分形态	水溶性养分	交换性养分	储 存 养 分	
			容易分解利用	难以分解利用
化学活性	活性高	有部分活性	容易分解利用	难以分解利用
可用性	极易利用	容易利用	可用性一般	几乎不能利用

不同形态的养分是相互关联的, 植物可直接吸收利用的水溶态及交换态养分的含量状况代表了强度因素, 保持高的强度决定于容量因素(易分解利用的储存养分的含量状况)和速度因素(从一部分转化为另一部分的速率)。显然, 在石灰性土壤中就土壤供锰能力来说, 易还原态锰构成了其容量因素(容易分解利用的储存养分), 它与速度因素共同制约着土壤有效锰的供应状况。

### 参 考 文 献

- [1] 张维理、张乃凤, 1984: 石灰性土壤中锰素营养的研究 I. 小麦对锰肥的吸收与锰肥肥效。土壤学报, 21 卷 1 期, 37—44 页。
- [2] 张维理、张乃凤, 1984: 石灰性土壤中锰素营养的研究 II. 土壤有效锰测定方法的评价。土壤学报, 21 卷 3 期。
- [3] Fink, A., 1978: 土壤测定对提高养分利用效率的作用。“合理利用养分”联合国粮农组织,《土壤学报》丛书, 37: 第 75 页。
- [4] Brown, G. et al., 1978: The structures and chemistry of soil clay minerals. in “The Chemistry of Soil Constituents”(ed. D. J. Greenland and M. H. B. Hayes). New York, John Wiley and Sons, p 144.

## STUDY ON NUTRITION OF Mn IN CALCAREOUS SOILS

### III. TRANSFORMATION OF APPLIED Mn AND DIFFERENT FORMS OF Mn IN SOILS

Zhang Weili and Zhang Naifeng

*(Institute of Soil and Fertilizer, Academy of Agricultural Science, Beijing)*

#### Summary

In calcareous soils, after application of  $MnSO_4$  for dozens of days, about 70% of applied Mn transformed into easily reducible Mn, yet, little applied Mn transformed into chelated or phosphate-soluble Mn. While the rates of Mn application increased, the amount of exchangeable Mn decreased significantly. This phenomenon, perhaps, could be attributed to the strong absorption of newly-formed Mn-oxides to soil Mn of exchangeable form.

It was observed that the exchangeable and chelated Mn were very unstable in plant-grown soils, in fact, the violent uptake of plants. The easily reducible Mn, however, did not change very much in a period of time, so it was easy to define the status of this form in a soil, what is more, this form was the only one that related with Mn uptake of plants. The conclusion is that in calcareous soils both chelated and exchangeable Mn are of little importance in the nutrient status of a soil and easily reducible Mn exceedingly affects soil Mn supply for plant requirement.