

土壤铁锰氧化物对铜离子 富集作用的初步研究

孔维屏 武玫玲

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤中的铜是以多种形态存在的,其中以被铁锰氧化物所吸附的铜较为引人重视,一是因为铁锰氧化物吸附容量大;二是铁锰氧化物吸附态铜易受环境因素(如pH和 Eh)影响而变化。吸附态铜在铜的各个形态的动态平衡之间,处在一个关键的位置,因此,应对它进行更多的研究。

我们曾以合成的铁锰氧化物为对象,就其吸附铜的能力进行了模拟研究,本文是对矿区污染土壤进行这方面研究的初步结果。

一、材料和方法

(一)供试土壤

共有45个土壤试样,它们系采自我国南方某些铜矿区附近的水稻土,试样中全铜量在21.0—1880.5mg/kg土之间,游离氧化铁、氧化锰分别为17.6—64.7g/kg和5.48—87.9mg/kg土,土壤有机质的含量变动在4.5—59.7g/kg, pH在3.60—7.43(施用了石灰)之间。

(二)测定方法

1. 游离铁、锰采用DCB方法提取;
2. 铁锰氧化物结合态铜采用酸性草酸铵缓冲液提取*。

上述提取液中的铁、锰、铜等元素的分析均采用原子吸收测定。

3. 土壤其它基本性质的测定均采用常规分析方法。

二、数据处理及结果讨论

土壤的全铜量(mg/kg土或 $\mu\text{gCu/g土}$)只是表示了铜元素在土壤中各组分间均匀分布的一种量度,但实际情况是铜在土壤中不是均匀分布的,在某些组成中(如铁锰氧化物、有机质)可能富集;而在另外一些组分中(如粘土矿物)的浓度则可能相对要低一些。因此,我们一方面用单位重量的土壤铁锰氧化物所吸附的铜的含量(mg/kg或 $\mu\text{gCu/g铁锰氧化物}$)来表征这种富集作用;同时也用下述方法来表示铁锰氧化物对铜元素富集能力的大小。即:

$$R = \frac{\text{铁锰氧化物吸附的铜}(\mu\text{gCu/g铁锰氧化物})}{\text{土壤中的全铜}(\mu\text{gCu/g土})}$$

式中R为铁锰氧化物对铜的富集系数,简称富集系数。在下文中,铁锰氧化物结合态铜(mg/

* 详细步骤参见McLaren等对土壤中铜形态的区分方法。

表1 土壤全铜和土壤铁锰氧化物结合态铜及富集系数

样号	土壤全铜 mg/kg	铁锰氧化物结合态 铜mg/kg	R
A ₁	21.0	220.0	10.5
A ₂	93.6	1579.2	16.0
A ₃	265.3	286.6	1.1
A ₄	381.0	4209.8	11.0
A ₅	409.0	3435.5	8.4
A ₆	557.6	19213.5	34.5
A ₇	607.3	7026.5	11.6
A ₈	732.0	6244.2	8.0
A ₉	841.6	2659.6	3.2
A ₁₀	1009.5	7437.8	7.4

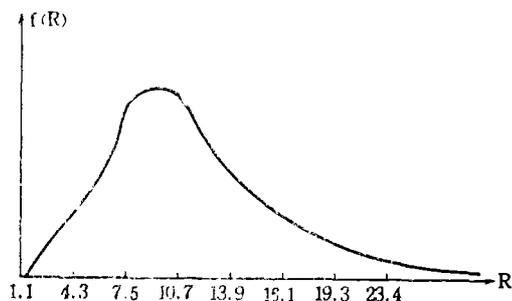


图1 富集系数(R)的分布曲线

集的铜量大致以10倍于土壤全铜的速率而增加。这与多数R值都落在8.0—15之间是相吻合的。

2. 富集系数(R)的分布曲线及其意义

由富集系数R的频率直方图，我们可以得到如图1所示的近似曲线。从图1可以看出，样本富集系数R出现在7.5—13.9之间的频率较大。如果富集系数R是平均分布的话，那么在上述区间出现的频率应为18.5%，而实际上是40%，约增加了122%。另外，从图上还可以看出，R值出现在其它区域的可能性(相同的R值变化范围)则小得多。

对土壤全铜及铁锰氧化物结合态铜、富集系数R的变异进行的分析统计表明，前二者变异系数分别为82.1%和92.2%，后者为57.2%，表明土壤铁锰氧化物结合态铜和土壤全铜之间有着相互制约的关系，这种制约关系决定了它们表现上的动态平衡，因此，富集系数R就只能在一定范围内变化。这种制约关系的实质很可能与土壤中其它物质的组成、含量多少、活性大小及土壤的pH、Eh、CEC等因素有关。

三、结 语

铜在土壤各组分中不是均匀分布的，土壤铁锰氧化物对铜有很强的富集能力，铜离子在其中的浓度较土壤中铜的平均浓度要高出几倍乃至几十倍。铁锰氧化物结合态铜量受到土壤总铜量的影响，其富集系数R多在7.5—13.9区域内。(参考文献略)

kg)与 $\mu\text{gCu/g}$ 铁锰氧化物意义一致。

1. 土壤全铜和铁锰氧化物结合态铜的关系及其富集系数。

如前所述，供试土壤的全铜量变化在21.0—1880.5mg/kg之间，而经换算的土壤铁锰氧化物所结合的铜量远远高于上述范围。其变化幅度为220—25836mg/kg，富集系数变动在1.1—34.5，即土壤中铁锰氧化物的吸附能力大于土壤中的各种组分的平均吸附能力。部分结果列于表1。按照R的定义，当其值在1附近时，即表明土壤中铁锰氧化物的吸附能力和土壤中其它组分的平均吸附能力较为接近，但表1所列的R值都大于1，最大者为34.5。表中富集系数R与土壤全铜量及铁锰氧化物结合态铜并无明显的关系，但统计结果表明，土壤全铜量与铁锰氧化物结合态铜量之间有显著的正相关关系： $y(\text{铁锰氧化物结合态铜, mg/kg}) = 10.1x(\text{土壤全铜, mg/kg}) + 1261.2$ ($n = 45, r = 0.7182^{***}$)。即土壤铁锰氧化物对铜的富集随土壤全铜量的增加而增加。另外，由相关方程中的b值可见，土壤中铁锰氧化物所富