

碳酸盐对土壤锌解吸影响的研究

钱金红 谢振翹

(湖北省农业科学院土壤肥料研究所, 430064)

EFFECT OF CARBONATE ON DESORPTION OF SOIL ZINC

Qian Jinhong and Xie Zhenchi

(Soil and Fertilizer Institute, Hubei Academy of Agricultural Sciences, 430064)

关键词 土壤锌, 锌解吸, 碳酸盐

石灰性土壤是大面积缺锌土壤的主要类型^[1], 碳酸盐是影响石灰性土壤锌有效性的主要因子, 主要是由于其作为石灰性土壤吸附固定锌的主要基质^[2]对土壤锌的强烈吸附固定作用, 使土壤有效锌减少所致。关于土壤锌的吸附作用, 特别是碳酸盐对土壤吸附锌的影响及其相互关系等已有较多研究^[3-7], 土壤锌的解吸研究有零星报道^[3, 6, 7], 而直接涉及碳酸盐对土壤锌解吸及有效性的影响研究尚未见报道, 本文通过一组试验, 重点研究碳酸盐(主要是碳酸钙)对土壤锌解吸的影响, 探讨碳酸盐与土壤吸附锌的释放及有效性的关系。

一、试验材料和方法

1. 选取五种不同 CaCO_3 含量的石灰性土壤(长江冲积物)和一种酸性土壤(第四纪 Q_3 母质)为供试土壤, 其理化性质见表 1, 将土样风干, 磨细过 1mm 筛, 装瓶备用。

2. 从上述土样中选取 1、2、5 号三个土样, 进行去除 CaCO_3 处理, 1 号土分别作去除 0、50% 和 100% CaCO_3 含量三个处理; 2、5 号土各去除 50% CaCO_3 含量, 按当量计算分别加入标准浓度盐酸, 充分搅拌至无气泡后, 风干磨细过 1mm 筛备用。

3. 用 6 号土(非石灰性土壤), 分别加入 0、0.5、1.0、2.5、5.0、10.0% CaCO_3 量, 干湿交替平衡, 风干磨细过 1mm 筛备用。

上述各制备土样分别加 $\text{Zn}5, 10\text{mg/kg}$ 两级锌水平处理, 干湿交替与土壤平衡, 然后用 $1\text{mol/L Mg}(\text{NO}_3)_2$ 和 0.005 mol/L DTPA 浸提剂连续提取, 水土比 2, 恒温($25 \pm 1^\circ\text{C}$)振荡 2 小时, 离心, 原子吸收仪测定上清液锌浓度, 计算锌提取(解吸)量。

1) 宋康, 1985: 土壤胶体组成成分对锌吸附的影响。中国科学院南京土壤所年报。

表 1 供试土壤的一些理化性质

土样号	土 壤	取样点	pH(H ₂ O)	CaCO ₃ (g/kg)	有效锌 (mg/kg)
1	灰潮泥田	江北农场	7.9	8.6	0.29
2	灰蒿渣田	石首市	7.8	30.0	0.40
3	灰潮砂泥田	江北农场	7.9	38.6	0.36
4	灰青砂泥田	石首市	8.0	47.8	0.30
5	灰正土	石首市	8.0	60.0	0.36
6	红泥土	松滋县	5.4	0.6	0.61

二、结果与讨论

(一) 不同 CaCO₃ 含量土壤锌的解吸特性

1mol/L Mg(NO₃)₂ 和 0.005 mol/L DTPA 所提取锌, 都是代表土壤锌中对植物的有效部分, 但其各自提取的是土壤有效态锌的不同形态组成成分, 由 1mol/L Mg(NO₃)₂ 提取锌代表土壤中静电吸引和专性吸附的锌, 主要是土壤交换吸附态锌, 是土壤有效锌库中对植物的速效部分, 而由 0.005 mol/L DTPA 提取的螯溶态锌是土壤中紧密吸附及络合形态的锌, 是土壤有效锌库中对植物的缓效部分^[4]。表 2 给出了不同 CaCO₃ 含量土壤不同锌水平处理下各级提取锌量。由表 2 可以看出, 两级锌水平处理, 不同 CaCO₃ 含量土壤 Mg(NO₃)₂ 提取锌量几乎相等, 可见 Mg(NO₃)₂ 提取锌量不受加锌量及土壤

表 2 不同 CaCO₃ 含量的土壤解吸锌量

土样号	CaCO ₃ (g/kg)	加 Zn5mg/kg				加 Zn10mg/kg			
		Mg(NO ₃) ₂ (mg/kg)	DTPA (mg/kg)	累积解吸量 (mg/kg)	固锌率 (mg/kg)	Mg(NO ₃) ₂ (mg/kg)	DTPA (mg/kg)	累积解吸量 (mg/kg)	固锌率 (%)
1	8.6	0.14	1.38	1.52	59.6	0.14	2.30	2.44	78.6
2	30.0	0.13	0.99	1.12	77.6	0.14	1.49	1.63	83.7
3	38.6	0.13	1.01	1.14	77.2	0.14	1.53	1.67	83.3
4	47.8	0.13	1.03	1.16	76.8	0.13	1.53	1.66	83.4
5	60.0	0.13	1.03	1.16	76.8	0.12	1.58	1.70	83.0

CaCO₃ 含量的影响; DTPA 提取锌量在两级加锌水平之间表现有差异, 即随加锌量增加, DTPA 解吸锌量亦增加, 并显著高于同级加锌水平 Mg(NO₃)₂ 的提取锌量, 说明外加锌源在土壤中有效形态储备主要是紧密吸附及络合形态锌, 而交换吸附态锌很少。DTPA 提取锌量随土壤 CaCO₃ 含量的不同, 亦表现出一定差异, 本试验其差异仅表现在 CaCO₃ 含量 8.6—30.0g/kg 之间, CaCO₃ 含量增多, DTPA 解吸锌量降低, 这在两级锌水平处理均为如此, 累积解吸锌量以及由此计算出的土壤固锌率, 也表现有同样趋势。

(二) 外源 CaCO₃ 对土壤锌解吸的影响

上述不同 CaCO₃ 含量土壤, 其锌解吸试验结果, 除了 CaCO₃ 本身对锌解吸的影响之外, 还包括有其土壤因素性质差异的影响, 本试验特选一种非石灰性土壤(6号土), 外加不同 CaCO₃ 含量处理, 并着重考虑锌解吸表现有差异的 30.0g/kg 以下 CaCO₃ 含量范

围, 试验结果见表 3。总的看来, 外源 CaCO_3 与土壤本身 CaCO_3 对土壤锌解吸的影响基本相似。在低量 CaCO_3 处理下, 锌的各级解吸量表现出一定差异, 其中同一锌水平, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 与 DTPA 的提取量之间, 同一提取剂两级锌水平之间又分别有不同表现。两级锌水平的 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 提取量, 仅在无 CaCO_3 处理情形下有较高的解吸量 (分别为 0.79 和 1.05 mg/kg), 其它各级 CaCO_3 处理水平以及两级锌处理水平之间, 其提取锌量均无差异, 这似乎暗示着在一定 CaCO_3 含量范围内, 代表土壤交换吸附锌的 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 解吸锌量不受外加锌水平的影响而能保持一个较为恒定的值, 这个值是与土壤代换容量相平衡, 代表着土壤胶体表面为 Zn^{2+} 的代换吸附提供的恒定的交换吸附位的数量, 这个数量代表了土壤有效锌中对植物吸收的速效部分。

DTPA 解吸锌量随加锌量增加而增加, 并显著高于同级锌水平处理的 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 提取锌量, 这表明外源锌的增加, 对土壤有效锌的贡献主要是土壤中紧密吸附及络合形态锌的增加, 这部分锌是土壤有效锌中对作物吸收的缓效部分, 显然这部分锌的增加对作物锌营养有重要意义。DTPA 解吸锌量受 CaCO_3 含量的影响在低锌水平 ($\text{Zn } 5\text{mg/kg}$) 变化不大, 在高锌水平 ($\text{Zn } 10\text{mg/kg}$) 表现出有较大差异, 但其差异主要表现在 CaCO_3 0—25 g/kg 含量范围内的负相关趋势。

表 3 外源 CaCO_3 处理土壤解吸锌量

外加 CaCO_3 (g/kg)	pH	加 Zn 5mg/kg				加 Zn 10mg/kg			
		$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (mg/kg)	DTPA (mg/kg)	累积解吸量 (mg/kg)	固锌率 (%)	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (mg/kg)	DTPA (mg/kg)	累积解吸量 (mg/kg)	固锌率 (%)
0	5.4	0.79	0.99	1.78	64.4	1.05	1.94	2.99	70.1
5	7.3	0.12	0.80	0.92	81.6	0.12	1.27	1.39	86.1
10	7.5	0.12	0.80	0.92	81.6	0.12	1.18	1.30	87.0
25	7.7	0.12	0.77	0.89	82.2	0.12	1.04	1.16	88.4
50	7.7	0.12	0.75	0.87	82.6	0.12	1.03	1.15	88.5
100	7.8	0.12	0.73	0.85	83.0	0.13	1.04	1.16	88.4

CaCO_3 处理土壤后, 土壤 pH 也随之发生变化, 统计分析表明, CaCO_3 处理后的土壤 pH 与两级锌水平的累积解吸锌量均呈极显著负相关 (r 值分别为 -0.9938 和 -0.9986), 也即与固锌率呈极显著正相关 (r 值分别为 0.9938 和 0.9986)。

(三) 去除土壤 CaCO_3 对土壤锌解吸的影响

三种土壤(1、2、5 号土)分别去除不同 CaCO_3 含量后, 土壤剩余 CaCO_3 含量形成了一个递增序列, 其各级解吸锌量见表 4, 1 号土去除 50% CaCO_3 (剩余 CaCO_3 4.3g/kg) 与原土样 (CaCO_3 含量 8.6g/kg) 各级解吸锌量几乎没有差别, CaCO_3 全部去除后, 其各级解吸锌, 才略有提高。2、5 号土各去除 50% CaCO_3 后, 其各级解吸锌量比原土样各级解吸锌量(表 2)都要高, 而且剩余 CaCO_3 多的各级解吸量亦多。各土壤去除不同 CaCO_3 后各级解吸量特征, 可能与去除 CaCO_3 时所加的酸以及酸量有关, 盐酸在中和 CaCO_3 的同时, 亦对其它土壤成分产生影响, 包括对与锌结合的其它基质产生溶解作用, 从而释放 Zn^{2+} , 所以去除 CaCO_3 越多, 所加盐酸亦多, 释放的 Zn^{2+} 也就越多。基于这些影响, 各级提取锌量与 CaCO_3 含量之间的关系变成间接而复杂。

表 4 去除土壤 CaCO_3 后土壤锌解吸量 (mg/kg)

土样品	原 CaCO_3 含量 (g/kg)	酸处理后 CaCO_3 含量 (g/kg)	加 Zn 5mg/kg			加 Zn 10mg/kg		
			$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	DTPA	累积解吸量	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	DTPA	累积解吸量
1	8.6	0	0.19	1.77	1.96	0.20	2.55	2.75
		4.3	0.17	1.37	1.54	0.17	2.33	2.50
		8.6	0.16	1.37	1.45	0.17	2.33	2.50
2	30.0	15.0	0.15	1.44	1.59	0.19	2.26	2.45
5	60.0	30.0	0.22	1.46	1.63	0.22	2.49	2.71

综上所述, CaCO_3 对土壤锌解吸及有效性的影响是多方面的, 一部分作用是直接的, 即在一定 CaCO_3 含量范围内 (0—30g/kg) 对锌的解吸产生直接影响; 另一部分作用是间接的, 即 CaCO_3 与土壤其它因素诸如 pH、有机质、粘粒等, 其中较为明显的因子是土壤 pH, 它与 CaCO_3 的综合作用似乎对土壤锌解吸的影响更为重要。

参 考 文 献

1. 刘铮, 1982: 我国缺乏微量元素的土壤及其区域分布. 土壤学报, 第 19 卷 3 期, 209—224 页。
2. 林玉锁、薛家骅, 1987: 锌在石灰性土壤中的吸附. 土壤学报, 第 24 卷 2 期, 135—141 页。
3. 钱金红、谢振翅, 1989: 湖北省主要水稻上供锌特性与施肥效应的研究. 中国农业科学, 第 22 卷 6 期, 59—65 页。
4. Patil M. D. et al, 1981: Zinc adsorption in calcareous soils. J. Ind. Soc., Sci., 29: 374—376.
5. Shuman L. M., 1975: The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. Proc. Soil. Sci. Soc. Am., 39: 454—458.
6. Brummer G. et al, 1983: Adsorption-desorption and/or precipitation-dissolution processes of zinc in soils. Grodenma Intern. J. Soil Sci., 31: 337—354.
7. Sidhu A. S. et al, 1977: Adsorption and desorption of zinc in different soils. Soil Sci., 124: 211—218.