

土壤对重金属离子的竞争吸附

虞锁富

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤是宝贵的自然资源,亦是生物生存必需的环境条件。随着生产的发展和科学技术的进步,土壤受到来自各方面的影响,其规模和程度将日趋严重。其中包括随微量元素肥料或随工业的污染物而进入土壤的重金属离子的影响。重金属离子在土壤中与固、液相发生一系列的物理化学作用,经过吸附与解吸、固定和释放、螯合以及水解等化学过程,改变了离子的形态,影响了离子的活性,导致重金属离子在土壤中运动方式和迁移速度的变化。加之土壤又是一个多组分的复杂体系,不同组分对重金属离子作用也各异。关于土壤或其组分对一元体系中重金属离子的吸附已进行较广泛的研究。但是对多种重金属离子污染的多元体系研究较少。本文主要在专性吸附条件下,从Zn、Ni、Co三元体系的竞争吸附,讨论黄棕壤、红壤和砖红壤对重金属离子的吸附特征以及与土壤特性的关系。研究表明,所有的吸附等温线基本上是条直线,它相当于吸附等温线的第一区,在本区域内吸附量与溶液浓度之间呈线性关系。其吸附等温线的相关性均达极显著水准($p < 0.001$)。代表吸附量的斜率 b 值总趋势是多元体系大于一元体系。对供试土壤而言,无论是一元体系还是多元体系,它们吸附离子量的顺序都是:黄棕壤>砖红壤>红壤。如以离子间进行比较,它们分配在固相部份量的次序为: $Zn > Ni \geq Co$ 。竞争吸附(多元体系)表现的化学现象远比非竞争吸附(一元体系)复杂,其吸附机理也不完全相同。竞争吸附表现在吸附量上,除了高于非竞争吸附外,被吸附离子间百分比的变化在不同的体系中还有明显的差异。由于多元体系中重金属离子离子浓度大,形成的电场强,电势高。因此,将原来吸附能较低的吸附位活化起来,导致多元体系吸附量明显升高。土壤中的氧化铁有富集重金属离子的作用。去铁后的土壤在一元体系中吸附 Zn^{2+} 离子量明显下降,在多元体系中不但没有降低,反而有不同程度增加,其中 Zn^{2+} 离子表现最明显,Co次之。去铁后出现两种吸附情况是竞争吸附机制所产生的必然结果。陪伴阴离子对土壤吸附重金属离子的量有很大的影响。例如,在非竞争吸附的情况下,其对氯化物的重金属盐的吸附量较对硝酸盐高数倍。在同一种盐的情况下,由于两种体系不同,其结果也有明显的差异。对氯化物重金属盐来说,非竞争吸附量大大高于竞争吸附;若用硝酸盐进行非竞争吸附,则其吸附量低于竞争吸附。本研究结果还表明,土壤吸附重金属离子的量与平衡溶液pH之间是一个函数关系。其次,从反映土壤与重金属离子间作用能力大小的 pH_0 的变化来看,它与土壤吸附等温线也是相呼应的。根据土壤对重金属离子的吸附和解吸特点,可以认为,红壤胶体表面吸附位的量远比黄棕壤和砖红壤少,但是其中高能吸附位的比例高于黄棕壤和砖红壤。