

水耕条件下元素迁移与平衡 及其土壤发生意义*

张甘霖 龚子同

(中国科学院南京土壤研究所)

人为水耕过程就是一个强烈改变原有成土条件的过程,又是一个影响土壤系统内物质迁移与平衡的过程,它导致土壤形态学、物理化学性质以及土壤肥力特征发生新的变化。

水耕条件下元素迁移的特殊性在于:一是物质的淋溶总量大大超过非水耕条件;二是元素的迁移强度序列顺序改变,铁、锰、磷等因还原活化表现尤为突出。元素的淋溶一方面使钙、镁等在B层被吸附而交换性盐基总量提高;另一方面铁、锰的氧化既形成了有独特意义的氧化还原形态学特征,又提高了游离铁的含量。随着时间的推移,这种累积作用的将逐渐加深,表现在土壤中水耕氧化还原层的逐步形成及剖面分异越来越明显。因此,水耕条件下元素的淋溶不单纯是一个独立的移出土体的过程,更重要的是它创造了进一步异地固定的条件,是土壤剖面形成和发育的基础。

在水耕条件下,土壤体系内元素的迁移和循环的另一个重要方面是人为的补充作用。元素平衡的探讨表明,土壤中养分的盈亏受控于输入和输出两个动态过程的相对强度。淋溶作用作为一个主要的输出过程,对钙、镁、铁的输输出起主要作用,而氮、磷、钾等通过生物吸收的输出更多。输入强度则完全受制于人为管理。为输入量增加时,渗漏输出和植物吸收输出均有所增加,但残留在土壤中的比例更大,因此,输入量越大,土壤中的积累作用也越强。所以,水耕条件下土壤中元素的平衡又强烈地决定于人为管理方式和水平。

土壤体系内元素如果处在亏损状态而得不到补充,导致土壤贫瘠化;而在水耕条件下因为渗漏输出更多,因此人为补充更加必要,特别对渗漏负荷较大的元素。反过来,如果长期处于积累状态,则渗漏量加大,物质淋溶加速将会加重水体中养分负荷,进一步可能造成水体污染。水耕条件下土壤的持续利用要求土壤体系内元素处在盈亏平衡的状态。本研究为实现这一目标提供了物质平衡方面的一个线索。事实上,我国一些古老农区的水田土壤至今仍保持着较高的肥力,正是得益于人为用地培肥的补充,否则数千年的淋溶将使一些养分淋失殆尽。

土壤体系内元素的平衡过程还会对土壤的发生和演变产生影响。钙、镁、钾、钠在土壤中的盈余,首先会使土壤交换态盐基增加,随着耕种年限的推移,交换态盐基从耕层逐渐向剖面下层扩展。特别是南方稻田,由于施用石灰,导致钙在土壤中的积累,最终可导致复石灰过程的发生。

人为耕作条件下土壤演变的另一个重要趋势是土壤逆向风化作用的产生。矿物风化与合成的热力学平衡分析表明,元素亏缺时土壤风化作用加强,而元素盈余时则出现逆向风化,特别是对粘土矿物以1:1型为主,盐基含量低的强风化母土而言,其倾向性更加明显。

*国家自然科学基金重点资助项目的一部分。