

根际土壤溶液取样器^①

——介绍一种新型原位土壤溶液采集装置

吴龙华 骆永明

中国科学院南京土壤研究所
(土壤圈物质循环开放研究实验室 南京 210008)

摘 要 介绍一种新式微型原位土壤溶液取样器的结构、特性、使用方法、适用范围及局限性,以期推动这一近来发展的根际与非根际原位土壤溶液取样技术在国内的应用。

关键词 根际; 土壤溶液; 取样器; 原位技术

根际土壤溶液取样器(Rhizon Soil Moisture Sampler, 简称 Rhizon SMS)是九十年代初发明的原位直接抽提土壤溶液的微型装置^[1]。它具轻、小、简易实用等优势,特别适用于根际动态研究,有关的文献日趋见多。鉴于国内尚未见 Rhizon SMS 在土壤科学和植物营养研究领域应用的报道,现就这种根际土壤溶液取样器的结构、特性、使用方法、适用性及局限性等作一介绍。

1 Rhizon SMS 的结构及规格

标准 Rhizon SMS 主要由一支长 10 厘米、直径 2.5 毫米的多孔聚酯管,一支长 12 厘米、直径 2.7 毫米的 PVC 管和与该 PVC 管相接的螺旋型外凸式连接器(Luer-Lock)三部分组成。图 1 为 Rhizon SMS 的结构示意图。多孔聚酯管及 PVC 管内用一根直径 0.8 毫米、长 16 厘米的不锈钢丝加固,一直通到多孔聚酯管的底部。聚酯管平均孔径 0.1 微米。每一标准 Rhizon SMS 配有一个蓝色的盖帽,可封闭连接器接口,以免小动物钻入取样管内而引起堵塞。在取样时,可将一注射器插入连接器抽取溶液样品。Rhizon SMS 的最大耐压为 2 巴(0.2 兆帕)。在压力梯度 1 巴时 10 毫升注射器的抽液量为 1 毫升/分,最小吸样体积为 0.5 毫升^②。

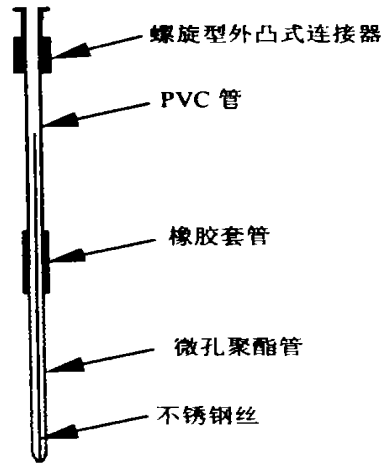


图 1 取样器结构示意图

一注射器插入连接器抽取溶液样品。Rhizon SMS 的最大耐压为 2 巴(0.2 兆帕)。在压力梯度 1 巴时 10 毫升注射器的抽液量为 1 毫升/分,最小吸样体积为 0.5 毫升^②。

2 取样器及其所取样品的特性

① 国家自然科学基金项目(批准号 49871042)资助。

② Meijboom F W, Rhizosphere research products: equipment for soil rhizosphere and root research, 1998. 5. 私人通讯。

Rhizon SMS 抽样土壤溶液的工作原理与陶土管法相同。两者均可用于原位抽取土壤溶液样品,但与陶土管相比,Rhizon SMS 具有明显的胜过陶土管之处^{2,3}:①轻便,体积小,直径仅 2.5 毫米;②最小吸样体积小,只有 0.5 毫升;③管壁与溶质无离子交换现象;和④价格相对较低。Rhizon SMS 特别适合于土培或水培根际溶液的原位提取。取样器所取样品已经过多孔聚酯管过滤,清亮透明,可直接用于分析。现代分析方法只需 1 毫升试样,甚至更少。在湿土中用一个 10 毫升的注射器能取得 7 毫升溶液,足够多种分析之用。

细菌不能透过多孔材料,因此,取得的溶液被认为是经过消毒的。但是,细菌和蓝绿藻可能会通过取样器的连接口进入溶液。样品中硝酸根还原和氨氧化是不太可能的,不过由于没有加入添加剂,这些过程不可能完全被抑制。用来测定硝酸根和铵离子的样品,可以在取样后立即用 2 摩尔的氯化钾以 1:1 的比例稀释,在 4℃ 下低温保存。从还原性土壤所取的溶液可能会褪色。由于扩散作用,真空管中常有氧的存在,还原性土壤中所采样品用于测定铁、锰和磷酸根时,必须先进行酸化($\text{pH} < 2$),在作化学测定前无需再过滤。测试前进行的酸化对于那些能与铁、锰和磷酸根共沉淀的元素的测定也是非常重要的。

与其它固体材料一样,微孔管透气性很小,而溶液相中的氧具有扩散性,利用真空器或注射器时土壤中气体通过微孔管进入取样器的腔中。取完样的真空管内水、气达到平衡,因此所测定的 pH 是可信的。

取样器是由有机物质制成的。虽然微孔管不含任何已知的可浸提物质,但 PVC 管含有 30% 的增塑剂和少量的稳定剂,痕量的有机质溶入样品是有可能的。试样中可分解有机物质将影响自动分析系统中 NH_4^+-N 的测定。

3 Rhizon SMS 的安装

多孔材料的机械强度有限,若土层较结实,不能硬插,可用钻机或其它方法先在土中钻一直径为 3.8 毫米、长 12 厘米的小孔,遇到石块时应该换地方另钻,然后或水平或垂直或倾斜地将取样器缓缓地推入;在松散的土壤或泥炭中则可以直接插入。在土培试验中应先确定取样器的埋深,在取样器上作好标记,然后直接埋入土壤,也可在土壤潮湿时轻轻插入,一直到标记处。如果阻力突然变大,不要继续推入,换另一地方重试;如果很快地直接推下去,表明下面是一空穴处,也应换位重插。当一个盆钵中安装 2 个或更多取样器时,取样器的水平间距应大于 1 厘米,并用夹子固定好。为便于取样时操作,安装时留几厘米的 PVC 管弯曲到土壤表面或盆钵的边外。

安装好取样器后,应该检查它的出液量。当 SMS 出液量只占 10% 时(在湿土中 16 小时后 10 厘米真空取样器的出液量为 7 毫升),应把取样器换位或继续观察几天。一般而言,插入数天后,土壤已经闭合,取样器与土壤贴合程度提高,在适合的土壤含水量下,大多数 SMS 应该能出液。

取样器安装后或每次取样完毕后,应注意取样器的保护。为防止小动物从连接器接口爬入,应用防护帽盖住接口。留在大田中的取样器,应注意防止老鼠毁坏,可用硬质的 PVC 电缆管加以防护。

4 用 Rhizon SMS 连同真空管(或注射器)取样

一个 10 毫升的注射器可以在湿润土壤上抽取 7 毫升溶液样品。取样所需时间与不饱和土壤实际导水率 K 直接相关。当取样器与土壤溶液接触良好、 K 大于 3~10 米/天时,能取得足量的溶液样。 K 是土壤含水量的函数,土壤含水量的变化意味着一定时间内取样速率将发生变化。当土壤变干时取样器将停止工作,但在土壤再度湿润后又能恢复工作。当土壤水吸力大于 500 厘米水柱时, K 和水势梯度很低,经常会取不到溶液。将 SMS 插入湿土或插入后将土壤饱和,对于取样的成功与否是至关重要的。

一个直径 10 厘米的土柱,在含水量 25%时,每 10 厘米约含土 1.2 升、含水 300 毫升。抽取 7 毫升溶液相当于 10 厘米土柱内含水量的 2%,若取样一次,土壤含水量仅下降 0.5%。上述计算是假定土壤导水率 K 不存在空间变异性,实际情况下土壤导水率是变化的,在土壤中实际影响区域将接近于圆状,在取样器周围呈外形不规则的球状。种植植物时土壤含水量将会下降,不同位置植物根系的吸水量不同,因此土壤导水率也必然存在空间变异性。取样器主要从导水率较高的土壤点位抽提溶液。一个 50 厘米长的多孔聚酯管将可能主要从根系吸收水分相对较少甚至不吸水的区域提取土壤溶液,也就是说所提取的溶液不是一个平均样。因此,由 5 个 10 厘米标准 Rhizon SMS 所提取的混合样所得到的分析结果比 1 个 50 厘米的聚酯管所得样品之结果更加可信。

5 Rhizon SMS 适合范围

Rhizon SMS 适用于盆栽、土柱试验,也可用于农林地田间试验,还可用于采集废水或水样过滤等。它特别适用于从同一土壤中原位连续采集土壤溶液样品,动态研究土壤溶液实际养分浓度^[4-6]、有机物质矿化、根系分泌物组成和金属元素的移动性^[1]、生物有效性^[8]等。文献显示 Rhizon SMS 已应用于测定土壤溶液的 pH、EC 变化^[7], NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 等离子浓度,以及重金属 Cd、Pb、Cu、Zn、As 等^[4,7-10]的测定。

Rhizon SMS 适用于水吸力小于 200~500 厘米水柱的土壤。当土壤过干时它将停止工作,但土壤再度湿润时又恢复工作。试验期间土壤变干,可溶性铁、锰将沉降在取样器中并导致不可预见的金属和磷酸根的吸附。当取样器露于空气中,存在短暂的嫌气—好气交替过程时,这种危险就更大,但可以在好气时插入另一取样器作为对照以消除上述误差。

参 考 文 献

- 1 Meijboom F W, Noordwijk M Van. Rhizon soil solution samplers as artificial roots. In: L Kutschera et al. (eds.), Root ecology and its practical application, Proceedings of 3rd International Soil Science Research Symposium, 2~6 September 1991, Wien, Austria, 1992, 793~795
- 2 Geign S. C. Van de et al. Plant and soil, 1994, 16: 275~287
- 3 Grossmann J, Udluft P. Journal of Soil Science, 1991, 42: 83~93
- 4 Schroder J J, Groenowold J, Zaharieva T. Netherlands Journal of Agricultural Science, 1996, 209~225

参 考 文 献

- 1 中国土地学会主编. 中国土地问题研究. 北京: 中国经济出版社, 1991, 17
- 2 黄国勤. 江西省耕作制度与实践. 南昌: 江西科学技术出版社, 1996, 23
- 3 国家统计局编. 中国农业统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1980~1996.
- 4 黄荣清等编. 人口分析技术. 北京: 北京经济学院出版社, 1989, 284
- 5 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 武汉: 华中工学院出版社, 1987, 58
- 6 娄希祉. 充分发挥作物品种资源在粮食增产中的作用. 自然资源学报, 1996(3): 302~309



(上接第 21 页)

参 考 文 献

- 1 梭颇(李庆逵, 李连捷译). 中国之土壤. 实业部地质调查所, 北平研究院地质研究所刊印, 1936, 131~170
- 2 陈祥. 有效养分之测定及应用比色法测定广东土壤有效氮磷钾之结果. 土壤与肥料(广州中山大学编, 季刊), 1937, 1(1~2): 59~106
- 3 李庆逵, 尚仰震. 中国中南部红壤之磷肥试验. 土壤季刊(经济部地质调查所编), 1934, 1(1): 46~49
- 4 朱显謨. 江西各主要土类肥力研究. 土壤专刊(江西省地质调查所编), 1942, 第 2 号, 5~14
- 5 于天仁, 何金海, 曾昭顺等. 中国土壤中几种植物养分的初步研究. 中国土壤学会会志, 1950, 1(2): 57~76
- 6 覃树辉. 土壤有效钾的分析研究. 土壤与肥料(广州中山大学编, 季刊), 1937, 1(1~2): 49~58
- 7 徐文征. 广东肥料问题探讨. 土壤与肥料(广州中山大学编, 季刊), 1937, 1(3): 88~100
- 8 张乃凤. 土壤地力之测定. 土壤(经济部中央地质调查所编, 季刊), 1941, 2(1): 96~112
- 9 彭家元, 苏旭光. 广东土壤之肥料田间试验一报. 土壤与肥料(浙江省化学肥料管理处编), 1937, 1(1~2): 3~24
- 10 中国农业部土地利用总局编. 肥料组讨论总结. 见: 中国土壤学会第一次代表大会及全国土壤肥料工作会议汇刊. 北京, 1955, 43~46
- 11 鲁如坤. 试论我国土壤贫瘠化的威胁. 见: 中国科学技术协会学会部编. 中国土地退化防治研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1990, 25~31
- 12 应廉耕, 冯兆林. 四川农家肥料之利用. 土壤(季刊), 1943, 3(1~2): 31~36
- 13 陆发熹. 成都平原区土壤肥力之概性. 土壤(经济部中央地质调查所, 季刊), 1943, 3(3~4): 43~55
- 14 中国农业年鉴编委会. 中国农业年鉴. 北京出版社, 1995, 323~336
- 15 广州中山大学. 摘录之五. 土壤与肥料(季刊), 1937, 1(3): 136~142
- 16 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料. 中国农业科技出版社, 1994, 2

(上接第 56 页)

- 5 Sival P, Lammerts E J. Acid neutralization in dune slack soils: influence on longevity of basiphilous communities. In: Dune soil acidification threatening rare plant species. Thesis Groningen, 1997, 19~25.
- 6 Smit A. L. et al. Rooting characteristics and nitrogen utilization of Brussels sprouts and Leeks. In Nitrogen Leaching in Ecological Agriculture, AB Academic Publishers, 1995, 247~256
- 7 Argo W. R. et al. Horticulture Technology, 1997, 7: 404~408
- 8 Knight B. et al. Plant and Soil, 1997, 197: 71~78
- 9 Haesebroeck V Van, Boeye D et al. Biogeochemistry, 1997, 37: 15~32
- 10 Yan Weidong, Luo Yongming, Christie P, Pedosphere, 1998, 8(2): 135~142