

介绍一种采集土壤溶液的方法*

王德建 赵红挺 刘元昌

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文介绍了一套用于收集剖面不同深度土壤溶液的装置,它适用于采集饱和和运动状态下的土壤溶液。

土壤溶液是土壤与环境间物质交换的载体,是物质迁移与运动的基础,也是提供作物有效养分最基本的途径。由于土壤溶液与土壤固相构成了一动态平衡体系,因此,土壤溶液的组成在一定程度上反映了发生在土壤中的各种反应,通过测试,人们可以了解土壤中各种反应的过程,机理及其与环境条件的关系。所以,土壤溶液一直是土壤学科研究中的一个活跃领域。了解土壤溶液的组成、特性质及其变化情况,是认识土壤发生、土壤圈物质循环规律和土壤环境保护的基础。

研究土壤溶液首要的是如何获得土壤溶液,所以很多学者^[1]对土壤溶液的提取进行了大量的研究。由于取样方法不同,所反映出的性质和说明的问题差异很大^[2]。目前用于收集土壤溶液的方法主要有4种:1. 张力陶土管法:通过一定的张力将土壤溶液收集到陶土管中,然后抽出土壤溶液。该法能够原位收集土壤溶液,但由于这部分溶液是通过一定的吸力得到的,并不能定义其真正的归宿,也不能计算其来源范围。而且,陶土管不但对土壤溶液中所含离子具有吸附作用,并且由于陶土管长期置于一种水解的环境中,会使其硅酸盐结构变成无定形状态而污染土壤溶液,因而该方法受到某些学者的微词^[3]。然而,仍有许多学者认为,经过稀盐酸处理后,此法仍可运用。但是,此法对于计算元素的迁移与运动不太合适,因为它不代表自由运动状态下的土壤溶液。2. 离心法^[1]:通过高速离心提取湿润土壤中的土壤溶液。该法可以避免污染,但也不能反映土壤溶液的运动,同时也不能进行原位取样。3. 萃取及试剂提取法^[1]:通过一定的提取剂如 CCl_4 和化学试剂来提取土壤溶液。此方法具有实验模拟的性质。4. 无张力取样法^[4]:让土壤溶液自由地运动,流入取样盘。此方法能够原位取样,所收集的是处于饱和运动状态的土壤溶液,因此能够收集水面下的土壤溶液,从而可以进行定量,并能研究不同元素在不同剖面深度的变化与迁移。但用此法进行野外对原位测定时,取样盘不使在不同深度进行安装。

为了研究元素在水稻土中的迁移,我们自行设计了一套土壤溶液筒问收集装置,它可用于原位从集不同剖面深度的土壤饱和和溶液。

* 国家自然科学基金资助课题。

中国科学院南京土壤研究所赵家骅先生提供了宝贵意见,特表谢意。

一、溶液收集装置的设计

(一)集液筒

先用聚氯乙烯塑料制成6个高20cm,直径9cm的圆筒(各筒高度可随所需深度而自行调节),将其中与5个筒的中部筒壁四周(占2/5)钻取若干个小孔(直径3—4mm,4个/cm²)。

另取5个塑料圆盘(直径9cm,如图1所示),分别焊接5根不同长度的取液塑料细管(直径9mm),将5个钻孔圆筒与之依次焊接。最后在顶端焊接未钻孔圆筒。需注意各焊接部位密封。

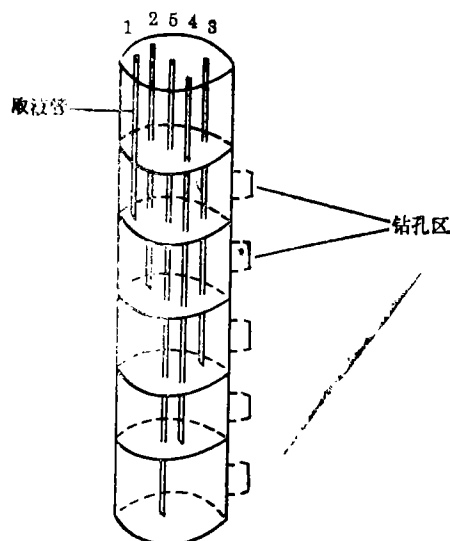


图1 集液筒截面示意图

集液筒成形后,用环己酮试剂将粉状聚氯乙烯溶液成糊状,涂在整个筒壁四周,然后包裹上一层塑料窗纱,再在窗纱上敷上细小的石英砂。其目的在于使集液筒易与周围土壤紧接,以减小边际效应。

(二)抽液装置

将带增压瓶的打气筒进出气活塞倒装改制,即成抽气筒。外接一高15cm,直径10cm的密闭有机玻璃缓冲瓶,再接一抽滤瓶。另外准备一根数米长的硬质透明塑料管和一根1.5m的不锈钢管(其直径略小于取液管)。

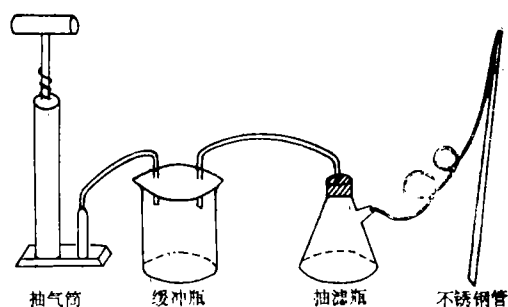


图2 抽液装置示意图

二、野外安装与溶液收集

(一)安装

选择好需要进行研究的地块,用洛阳铲挖一深1m,直径略大于集液筒的圆柱形土穴。同时分取不同深度(0—20cm,20—40cm,40—60cm,60—80cm,80—100cm,或按发生层次取)的土样,风干磨细过1mm筛备用。

将集液筒置入土穴,为使筒壁与四周土体紧

接。将预先所取土样分层填实缝隙。安装好之后可在周围作适当的保护。

(二)溶液采集

试验表明,为使集液筒与土体密接,土壤溶液宜在第二年开始收集。收集前先将抽液装置连接好,将不锈钢管插入取液管中,自上而下先将筒内的原来溶液抽入抽滤瓶中,弃去,直至将其抽干。待新溶液渗入集液筒并平衡一段时间后,再自上而下采集各层土壤溶液。每次均用所收集溶液预先洗涤抽滤瓶(若量少,可换用蒸馏水)。采集到的溶液按所研究目的予以处理和保存。

三、收集装置评价

该收集装置所用材料为聚氯乙烯，它对土壤溶液组分的影响可忽略不计。各深度的筒壁四周均钻取若干小孔，使筒内所集溶液可与四周土壤溶液自由流动。考虑到土壤溶液沿筒壁下渗的可能，在设计和安装中都尽量使土体与筒壁紧密接合，减小了边际效应以及由此产生的各层间的影响。此外，该装置安装方便，保证土壤层次不受扰动，使之适合于野外条件下长期监测土壤溶液的化学行为。

我们在太湖流域水稻土中所得的一组结果(表1)表明，各土层渗漏水中 Cl^- 浓度变异不大，基本上稳定在某一数值，而其它阴阳离子则变化较大。氯离子因其移动性大且不易被土壤吸附而被用作“指示离子”来研究其它离子的迁移。供试地区土壤渗漏水中的 Cl^- 主要来自灌水和施肥，供试土壤不吸附 Cl^- ，因此，除耕层(0—20cm)和最底层(80—160cm)受作物、肥料及地下水影响外，其余各土层渗漏水中的 Cl^- 浓度均较稳定。而其它各离子在随溶液下渗过程中可与周围土壤发生各种反应，其浓度则有较大变异。据此，我们认为上述结果在一定程度上反映了此法的可行性。

表1 土壤剖面渗漏水中各种离子含量的变异
(单位: mg/L; 采集日期: 1992.8.28)

剖面号	1 (0—100cm)	2 (20—100cm)	3 (0—80cm)	4 (0—100cm)	5 (20—100cm)
Ca^{2+}	73.4 ± 6.6 (0.09)	144 ± 34.3 (0.24)	65.3 ± 12.8 (0.20)	64.7 ± 14.0 (0.22)	64.1 ± 7.5 (0.12)
Mg^{2+}	23.5 ± 2.2 (0.09)	61.5 ± 6.7 (0.11)	21.9 ± 3.2 (0.15)	18.5 ± 4.8 (0.26)	18.5 ± 2.4 (0.13)
Na^+	21.7 ± 1.5 (0.07)	54.7 ± 6.1 (0.11)	20.8 ± 1.0 (0.05)	21.2 ± 3.7 (0.17)	24.6 ± 2.4 (0.10)
K^+	1.12 ± 0.16 (0.14)	1.02 ± 0.15 (0.15)	0.36 ± 0.37 (1.03)	1.03 ± 0.32 (0.31)	1.39 ± 0.3 (0.17)
Mn^{2+}	0.236 ± 0.336 (1.42)	0.446 ± 0.375 (0.84)	1.996 ± 1.065 (0.53)	0.497 ± 0.154 (0.31)	0.182 ± 0.024 (0.13)
Fe^{2+}	0.044 ± 0.099 (2.25)	ND	0.089 ± 0.136 (1.53)	0.107 ± 0.103 (0.96)	0.250 ± 0.173 (0.69)
Si^{4+}	17.6 ± 0.12 (0.07)	3.99 ± 0.38 (0.10)	2.32 ± 0.11 (0.05)	0.97 ± 0.45 (0.46)	1.43 ± 0.15 (0.10)
HCO_3^-	317 ± 28 (0.09)	651 ± 84 (0.13)	253 ± 57 (0.23)	244 ± 60 (0.05)	242 ± 42 (0.17)
Cl^-	26.8 ± 0.4 (0.02)	86.2 ± 0.8 (<0.01)	38.7 ± 0.6 (0.01)	44.5 ± 4.4 (0.10)	54.5 ± 3.0 (0.05)
备注	n = 5	不计 0—20cm n = 4	不计 80—100cm n = 4	Cl^- 含量与深度 呈直线正相关, $r = 0.971^{**}$, n = 5	不计 0—20cm n = 4

* 剖面 1——太仓双凤； 2——太仓南郊； 3——常熟大义； 4,5——常熟东塘；
括号内数字为变异系数； ND——未检出； n——样本数。

鉴于此法属无张力取样法，它只适用于收集饱和运动的土壤溶液，即只限于降雨量丰富的地区和有人工灌溉的情况下(如水稻土)。它对迁移溶质数量的相对变化提供良好的指示，但对其精确的定量估计则有一定的困难，除非进行溶质频率分布的全面分析研究。目前，有关土壤溶液收集的方法有许多种，但检验这些方法间差别的比较研究却为数不多，由于所有这些技术都应用于环境和生态研究，因此对这一方法详细的比较研究是十分必要的，

但是, 如何进行比较研究, 则是有待进一步探讨的问题。

参 考 文 献

- [1] M. Iggy Litaor (单元宗译), 土壤学进展, 20(1): 40—42, 1992.
- [2] Haines, B. L., et al., J. Soil Sci. Soc. Amer., 46: 661—685, 1982.
- [3] Harsen, E. A. & Harris, A. R., Soil Science of American Proceedings, 34: 706--708, 1975.
- [4] Barbee, G. G. & Brown, J. K. W., Soil Science, 141: 149—154, 1986.

(上接第21页)

参 考 文 献

- [1] 袁丛祯等, 淮北砂姜黑土水分性质的一些特点, 土壤学报, 第4期, 361—372页, 1962.
- [2] 孙怀文, 淮北砂姜黑土的水分物理性质与旱涝渍害的关系, 砂姜黑土综合治理研究, 第104—112页, 安徽科技出版社, 1988.
- [3] 刘子红等, 辽西褐土土壤水分动态研究, 土壤通报, 第6期, 第270—272页, 1989.
- [4] 邱振英等, 黑龙江省西部黑钙土融冻期的水分动态及其预报, 黑龙江农业科学, 第2期, 第1—5页, 1989.

(上接第52页)

原因可能是由于: 1. 本区灰潮土上缺锌, 施锌有助于土壤养分平衡和作物营养的协调; 2. 锌促进了小麦根系发育生长, 增加分蘖, 使有效穗增多; 3. 施锌提高了作物对氮、磷钾化肥的利用率。

参 考 文 献

- [1] 钱金红、谢振翅, 湖北主要水稻土供锌特性与施锌效应研究, 中国农业科学, 第22卷, 第6期, 1989.
- [2] 谢振翅等, 湖北省土中锌分布与锌肥应用, 微量元素量料研究与应用, 湖北科技出版社, 1986.
- [3] 谢振翅等, 水稻缺锌研究, 土壤养分、植物营养与合理性施锌, 农业出版社, 1981.