

# 土壤水压榨取样技术及其土壤样品 采集与保存的研究<sup>①</sup>

陈同斌

陈世庆

(中国科学院地理所农业生态与环境技术试验站, 北京 100101)

## 摘 要

本研究探讨了一种方便适用的土壤水取样方法及其配套技术。试验结果表明,采用自行研制的电动土壤水压榨取样仪进行土壤水压榨取样,样品的重复性良好。如果在土壤取样时共取30个点,则样品的代表性可以基本满足土壤水化学研究的试验要求。从田间采集的供土壤水化学研究使用的新鲜土壤样品,在用双层塑料袋密封的情况下,于4℃的冰箱中保存的时间不应超过3天。

**关键词** 土壤水压榨取样仪 采样技术 样品处置 样品保存

在传统的土壤化学分析中,土壤样品都需要经过风干、研磨等样品预处理。土壤样品经过这些预处理后,对其分析结果有时会产生明显的影响。Near和Barnes<sup>[6]</sup>的研究发现,无论是用机械研磨还是用手工研磨,研磨过程都会导致一些含Fe、Al的矿物受到破坏,因此使可浸提的Fe、Al增多;而且,研磨次数越多,其影响也越大。彭千涛和范钦桢在研究土壤水分条件对土壤钾素释放的影响时发现<sup>[3]</sup>,从田间采回的潮湿土壤在室内风干后,土壤的交换性钾会有不同强度的增加。Ross和Bartlett<sup>[6]</sup>、Edmeades等<sup>[7]</sup>强调,从田间采集的新鲜土壤应该在24小时以内就进行浸提,以防止贮藏过程对化学分析结果的影响。对土壤样品进行任何风干和湿润等样品预处理,对土壤水的化学组成均会造成显著的影响<sup>[6]</sup>。由于受样品预处理过程的干扰,这些传统的土壤分析方法用于某些土壤化学、物理和生物过程(如土壤水化学的动态变化、土壤水中化学物质的迁移和转化)时,将存在严重的局限。

从新鲜土壤样品中直接分离出土壤水的做法,为田间条件下的土壤和土壤水化学过程研究提供了一种可行的途径;尤其是在较小的时间和空间范围内研究其时空变化时,这类方法就更有其独特的优点<sup>[9,10]</sup>。因此,土壤水化学研究可以弥补传统土壤分析之不足,揭示出不受或少受人类活动影响的条件下(即自然条件下或田间条件下),土壤的变化过程及其规律。

目前,在土壤水化学研究中,常用的土壤水取样方法大致可分为4类<sup>[1]</sup>:①渗漏计(lysimeter)取样技术,②负压计(tensimeter)取样技术,③高速离心(centrifugation)分离技术,④疏水置换(immiscible displacement)技术。这些取样技术对土壤水化学研究及其发展起着巨大的推动和促进作用。用前3类方法所取得的土壤水样品一般都能够比较真实地反映取样点中土壤的自然情况,而第4种方法则因在取土壤水时要加入一些疏水性的溶剂去置换出土壤水样品,因此所得到

① 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期:1996-04-10

的样品很难完全反映田间的实际情况<sup>[11]</sup>。然而,前3类方法均要求土壤的含水量不能太低,否则就无法取到土壤水样品。在旱地和自然土壤中,除降水或灌溉之后的一段时间之外,一年中大部分时间内表层土壤(例如0~10cm)的含水量都比较低。因此,如果用前3类方法采取土壤水样品,除非是为了取得土壤水样品而人为地进行灌溉,否则就常常会碰到无法按照原来实验设计要求在需要取样时获得所需土壤水样品的情况;但人为灌溉会严重干扰土壤中的变化过程,使所得结果无法反映土壤的实际情况。此外,用渗漏计、负压计、高速离心法获取土壤水样品时,其取样点一般都不可能太多,因此,土壤水样品受土壤空间变异性的干扰也较大。

针对上述各种土壤水取样技术中存在的不足之处,经过2年的研制,我们曾开发出一种比较方便、可靠的土壤水取样仪器—土壤水压榨取样仪<sup>[1]</sup>及其配套的取样技术。其基本原理是,用物理方法(加压)使土壤水从土壤中分离出来。这种土壤水取样技术不仅可适用于含水量很低(其下限值可达到土壤含水量9%~10%左右)的土壤条件,在土壤样品或土壤水样品中不需加入任何化学物质,而且还可以通过多点取样混合的方法来消除土壤空间变异性的影响。该法具有适用范围广、干扰因素少、取样代表性强、方法稳定性好、能够及时和灵敏地反应出土壤水中的化学元素(溶质)动态变化过程等特点。

本文是在前一试验结果的基础上,进一步探讨用该项技术取样的重复性(可靠性)、土壤样品的保存与所取样品的代表性等问题。

## 一、材料与方 法

试验设在山东省禹城市中国科学院禹城综合试验站的试验农田。其地貌类型为平原,土壤类型为黄河沉积物母质发育的潮土,近年来主要种植冬小麦和夏玉米,每年的N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O总施用量约为600~900kg/hm<sup>2</sup>。供试土壤的化学性质见表1。

表 1 供试土壤的基础化学性质

Table 1 Selected chemical properties of the soil studied

| 取样深度<br>Sampling depth<br>(cm) | 有机质<br>OM<br>(%) | 全氮<br>Tot. N<br>(%) | 碱解氮<br>Alk. N<br>(mg/kg) | NH <sub>4</sub> Ac-K<br>(mg/kg) | pH(H <sub>2</sub> O) |
|--------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 0~20                           | 0.96             | 0.079               | 100.2                    | 136.6                           | 8.50                 |
| 20~40                          | 0.63             | 0.050               | 74.6                     | 103.1                           | 8.80                 |
| 40~60                          | 0.47             | 0.039               | 60.9                     | 83.4                            | 8.91                 |

土壤取样的面积一般控制在30~40m<sup>2</sup>的小区范围内,每个土壤样品用土钻采取30个点混合后组成一个混合样,取样点沿耕作和施肥方向按“S形”布置。取样时注意挑出植物残体和石块等杂物。为了防止和避免土壤样品的水分蒸发和养分形态的转化,土壤样品置于不透气的聚氯乙烯塑料袋中,并迅速进行榨取土壤水,不能及时处置时应置于冰箱(4℃)中短期保存后榨取土壤水。

土壤水取样采用电动土壤水压榨取样仪<sup>[1]</sup>。榨得土壤水后应立即进行分析,否则应置于带盖的塑料瓶内放在冰箱(4℃)中短期储藏。

土壤含水量的测定采用烘干称重法<sup>[12]</sup>。土壤样品的氮、磷、钾全量分析采用土壤农化常规分析方法<sup>[12]</sup>。

土壤水溶液中无机氮总量和NO<sub>3</sub>-N浓度分别用Bremner等<sup>[4]</sup>介绍的方法测定,K的浓度则直接用6400型火焰光度计测定。

## 二、结果与讨论

### (一) 压榨法榨取土壤水的可靠性

在固定压榨时间和压力的条件下,将同一土壤样品分成5个重复榨取土壤水样品的试验结果(表2)表明,压榨后5次重复之间含水量的变异性不大(变异系数 $\leq 3\%$ );而5次重复之间土壤水中总无机氮浓度(Inorg.-N)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度和K浓度的变异系数一般也小于3%(表3)。表明用该仪器榨取土壤水样品时,无论是榨出的土壤水样品的数量,还是测定土壤水样品中养分元素的浓度,其稳定性和重现性均良好。

表 2 用土壤水压榨取样仪榨取土壤水样品之后土壤含水量的变化及其变异性

Table 2 Change of the soil moisture before and after the soil solution obtained with squeezing instrument from the soil samples

| 土壤编号<br>Code | 取样深度<br>Depth<br>(cm) | 土壤含水量(%)<br>Moisture cont. |              | 变异系数<br>cv % |
|--------------|-----------------------|----------------------------|--------------|--------------|
|              |                       | 压榨前<br>Before              | 压榨后<br>After |              |
| 1102W1       | 0~10                  | 16.1                       | 13.0         | 3.0          |
| 1102W2       | 10~20                 | 20.3                       | 13.6         | 2.9          |
| 1102W3       | 20~40                 | 22.5                       | 13.8         | 3.1          |
| 1102W4       | 40~60                 | 24.5                       | 16.6         | 0.6          |
| 1102W5       | 60~80                 | 27.6                       | 16.7         | 2.1          |
| 1102W6       | 80~100                | 28.0                       | 16.4         | 1.2          |

土壤水取样条件:200kg/cm<sup>2</sup>压力下压榨10分钟。

Squeezed with a pressure of 200kg/cm<sup>2</sup> for 10 min.

表 3 用土壤水压榨取样仪榨取的土壤水样品中无机氮、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和K浓度的重复性

Table 3 Inorganic N,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and K concentrations in soil solutions obtained with the squeezing instrument

| 土壤编号<br>Code | 取样深度<br>Depth<br>(cm) | Inorg.-N |      | $\text{NO}_3\text{-N}$ |      | K    |      |
|--------------|-----------------------|----------|------|------------------------|------|------|------|
|              |                       | mg/L     | CV % | mg/L                   | CV % | mg/L | CV % |
| 1102W1       | 0~10                  | 455      | 2.5  | 444                    | 2.7  | 27.4 | 1.7  |
| 1102W2       | 10~20                 | 271      | 2.0  | 263                    | 1.8  | 4.39 | 1.3  |
| 1102W3       | 20~40                 | 114      | 1.9  | 108                    | 2.0  | 2.14 | 0.9  |
| 1102W4       | 40~60                 | 86.8     | 1.5  | 81.2                   | 1.4  | 1.64 | 0.6  |
| 1102W5       | 60~80                 | 85.2     | 3.2  | 77.2                   | 2.7  | 1.55 | 2.2  |
| 1102W6       | 80~100                | 68.8     | 0.4  | 61.4                   | 2.4  | 1.95 | 2.1  |

土壤水取样条件:200kg/cm<sup>2</sup>压力下压榨10分钟。

Squeezed with a pressure of 200kg/cm<sup>2</sup> for 10 min.

### (二) 土壤样品保存时间对土壤水化学组成的影响

试验表明,尽管土壤样品放在低温(4℃)冰箱中保存,并用双层塑料袋密封以防止水分蒸发,但随保存时间的延长,土壤水样品中无机氮、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 仍呈缓慢增加的趋势(图1)。但如果保存时间不超过3天,其浓度变化不会超过5%。说明在土壤水化学研究中,采回土壤后最好立即

用压榨取样仪将土壤水从土壤中分离出来；如果土壤样品确需保存，则应放在冰箱中低温(4℃)保存，且保存时间不应超过3天。

表4的数据是从同一土壤剖面中采取的土壤样品经过3天的低温保存后土壤含水量和土壤水中养分浓度的变化。土壤样品保存3天后，其含水量没有明显的变化。但应该指出的是，当压榨前从低温环境中将土壤样品取出时，塑料袋上往往容易凝结一些水珠，因此必须注意排除其干扰。

表 4 土壤样品在低温(4℃)条件下保存3天后土壤含水量及土壤水化学组成的变化

Table 4 Change of soil moisture and chemical composition after 3 days

storage of the soil samples kept at 4℃

| 土壤编号<br>Code | 取样深度<br>Depth<br>(cm) | 含水量变化<br>Moisture cont<br>(±%) | 土壤中养分浓度变化(±%)<br>Nutrient conc. |                    |      |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|------|
|              |                       |                                | Inorg.-N                        | NO <sub>3</sub> -N | K    |
| 1017W1       | 0~10                  | -1.1                           | +4.1                            | +3.9               | -4.7 |
| 1017W2       | 10~20                 | -1.3                           | +3.3                            | +3.6               | -3.8 |
| 1017W3       | 20~40                 | +0.6                           | +3.2                            | +3.3               | -3.4 |
| 1017W4       | 40~60                 | -0.4                           | +2.1                            | +3.0               | -3.1 |
| 1017W5       | 60~80                 | +1.9                           | +1.2                            | 0.8                | -1.2 |
| 1017W6       | 80~100                | +0.2                           | -0.6                            | 0                  | -2.2 |

虽然3天的低温保存对土壤水中无机氮、NO<sub>3</sub>-N浓度和K的影响也不太明显(均小于5%)，但对这三者的影响大于对土壤含水量的影响。从表4的结果还看出保存3天后，无机氮和NO<sub>3</sub>-N浓度稍有升高，而K的浓度则稍有降低。K浓度的降低可能与降低温度能促进K的吸附有关<sup>[9]</sup>；而无机氮和NO<sub>3</sub>-N浓度的升高是否与有机氮的矿化和转化有关则需进一步探讨。同时，低温保存3天对上层土壤样品的土壤水化学组成的影响似乎比下层土壤要稍大一些。

### (三)土壤取样方法的代表性

在同一时间内用土钻在20m<sup>2</sup>范围内采取30个样点所测定的土壤含水量的平均值和变异系数(3次重复取样)表明，6个土层的样品的含水量变异系数均未超过6%(表5)。在20m<sup>2</sup>内取30个点的混合样品中3次重复取样和压榨后土壤水中总无机氮、NO<sub>3</sub>-N和K浓度的平均值和变异系数见表6。从6个深度的土壤水样品分析结果来看，总无机氮、NO<sub>3</sub>-N和K浓度的变异系数基本上都在6%以内，都在可接受范围。由此可以认为，取30个点组成一混合样，则样品的代表性可满足试验要求的。Giesler等指出，将多点取样的土壤样品混合，是克服空间变异性的良策<sup>[9]</sup>。

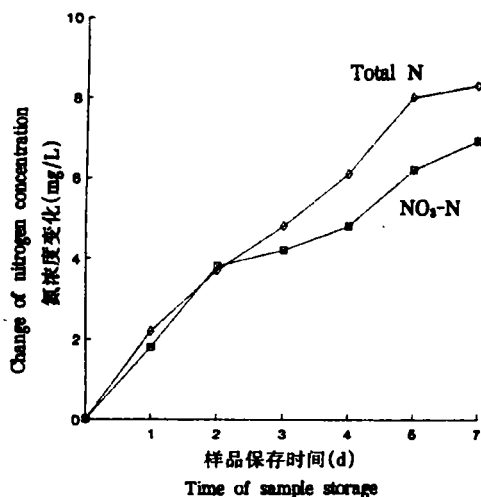


图1 土壤样品低温保贮时存放时间  
对土壤水化学组成的影响

Fig.1 Change of chemical composition of the soil  
solutions during storage of the soil samples kept at 4℃

表 5 用30个样点组成的混合样的土壤含水量及其重复性(n=3)

Table 5 Variation of soil moisture among composit soil samples from 30 sampling sites

| 土壤编号<br>Code | 土壤含水量(g/kg)<br>Moisture cont. | CV% |
|--------------|-------------------------------|-----|
| 1102W1       | 161                           | 5.9 |
| 1102W2       | 203                           | 5.2 |
| 1102W3       | 225                           | 5.4 |
| 1102W4       | 245                           | 4.9 |
| 1102W5       | 276                           | 3.8 |
| 1102W6       | 280                           | 5.1 |

表 6 从30个样点组成混合样中榨取的土壤水样品的化学分析结果及其重复性(n=3)

Table 6 Variation of chemical composition among soil solutions obtained from the composit soil samples

| 土壤编号<br>Code | 取样深度<br>Depth<br>(cm) | Inorg. -N |     | NO <sub>3</sub> -N |     | K     |     |
|--------------|-----------------------|-----------|-----|--------------------|-----|-------|-----|
|              |                       | mg/L      | CV% | mg/L               | CV% | mg/L  | CV% |
| 0315W1       | 0~10                  | 308.0     | 6.0 | 104.0              | 6.8 | 26.70 | 5.6 |
| 0315W2       | 10~20                 | 201.0     | 6.3 | 79.6               | 4.7 | 7.48  | 3.8 |
| 0315W3       | 20~40                 | 130.0     | 5.7 | 74.5               | 5.1 | 2.44  | 5.6 |
| 0315W4       | 40~60                 | 97.1      | 6.1 | 84.7               | 4.5 | 1.48  | 4.8 |
| 0315W5       | 60~80                 | 66.5      | 4.8 | 63.3               | 3.8 | 2.27  | 2.9 |
| 0315W6       | 80~100                | 38.9      | 4.1 | 22.4               | 4.6 | 1.85  | 3.2 |

### 三、小 结

通过重复性实验表明,用土壤水压榨仪榨取土壤水样品,压榨后各个重复之间的残留的水分差异不大;而且土壤水样品中,总无机氮、NO<sub>3</sub>-N和K浓度的分析结果也很接近。各重复之间的变异性均未超过3.2%。

采集的新鲜土壤样品用双层塑料袋密封后放在冰箱中低温(4℃)保存时,随着保存时间的延长土壤水中的总无机氮和NO<sub>3</sub>-N浓度有缓慢增加的趋势;但是,如果保存时间不超过3天,则在土壤样品的保存过程中,无论是土壤的含水量,还是土壤水中的总无机氮、NO<sub>3</sub>-N和K浓度均不会发生太大的变化。因此,在此条件下,土壤样品一般可以存放3天。

在供试条件下(沉积物母质,平原地区),用土钻采取30个点的土壤混合组成一个代表性样品的做法,可以在很大程度上克服空间变异性对土壤水化学的干扰。

### 参 考 文 献

- 1 陈世庆、陈同斌、鲁全国,1995:土壤水压榨取样仪的研制及应用。生态农业研究,4(4):67~68。
- 2 李西开主编,1984:农业化学常规分析方法。科学出版社。
- 3 彭千涛、范钦桢,1984:水分和温度对土壤钾素释放、固定影响的初步研究。土壤学报,21(4):387~394。

- 4 Keeney D R and Nelsen D W, 1982: Nitrogen-inorganic forms. In A. L. Page et al., *Methods of Soil Analysis* (part 2), Agronomy Monograph No. 9, ASA-SSSA, Madison, Wisc., 643~698.
- 5 Neary A J and Barnes S R, 1993: The effect of sample grinding on extractable iron and aluminum in soils. *Can. J. Soil Sci.*, 73(1):73~80.
- 6 Ross R S and Bartlett R J, 1990: Effects of extraction methods and sample storage on properties of solutions obtained from forested Spodosols. *J. Environ. Qual.*, 19:108~113.
- 7 Edmeades D C, Wheeler D M and Clinton O E, 1985: The chemical composition and ionic strength of soil solutions from New Zealand topsoils. *Aust. J. Soil Res.*, 23:151~165.
- 8 Bartlett R and James B, 1980: Studying dried, stored soil samples-some pitfall. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:721~724.
- 9 Giesler R et al., 1993: Soil solution chemistry: effects of bulking soil samples. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57:1283~1288.
- 10 Hendershot W H and Courchesne F, 1991: Comparison of soil solution chemistry in zero tension and ceramic-cup tension lysimeters. *J. Soil Sci.*, 42:577~583.
- 11 Zabowski D and Ugolini F C, 1990: Lysimeter and centrifuge soil solutions: seasonal differences between methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54:1130~1135.

## METHODOLOGICAL STUDY ON SOIL SOLUTION OBTAINED WITH A SQUEEZING INSTRUMENT AND ITS TECHNIQUES FOR SOIL SAMPLING AND SAMPLE STORAGE

Chen Tongbin

Chen Shiqing

(Experimental Station for Agroecology and Environmental Technology,  
Institute of Geography, CAS, Beijing 100101)

### Summary

An easy and fast method to obtain soil solution from original soil was developed method, and its related sample processes were studied in the paper. The newly developed, in which soil solution was pressured out from original soil using the home-made squeezer, imposed good stability and reliability. Composite soil sample taken from 30 sampling points was shown to good enough to represent the soil for soil solution study. The original soil sample for soil solution study could not stored for more than 3 days at 4℃.

**Key words** A Squeezing instrument Sampling technique Sample processes  
Soil solution Sample storage