

# 原位土壤中 $N_2O$ 释放量的测定方法

李良谟 伍期途 李振高 潘映华

(中国科学院南京土壤研究所)

## A METHOD OF MEASURING NITROUS OXIDE EMISSION FROM SOILS IN SITU

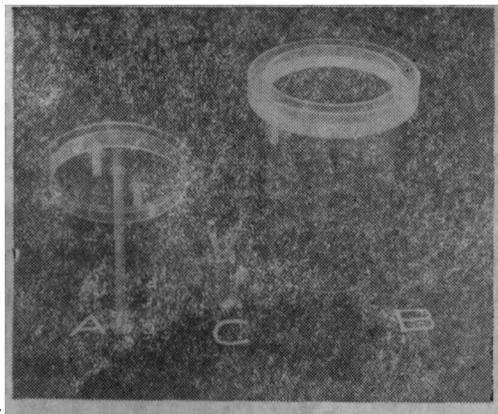
Li Liangmo, Wu Qitu, Li Zhengao and Pan Yinghua

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

业已证明硝化和反硝化过程都产生  $N_2O$ <sup>[2,6]</sup>。为了定量研究土壤中氮素损失途径的相对重要性,迫切需要建立原位土壤中  $N_2O$  释放量的测定方法。根据我们的条件,参照有关资料<sup>[7]</sup>,设计了原位收集  $N_2O$  的装置和测定方法,简介如下。

### 一、装 置

采用如泡菜罐式的密闭体系<sup>[8]</sup>,仅于取样时密闭。装置由三部分组成:(1) 两端开口的有机玻璃圆筒(其直径和长度视需要而定),筒的一端装配着如泡菜罐式的贮水槽(照片 1-B);(2) 具有通气口和取样口的、直径稍大于圆筒外径的有机玻璃盖子(照片 1-A),盖子的取样口连接多孔的有机玻璃管,目的在于均匀地取得密闭室内的气体样品;(3) 取气体样品的小玻璃瓶,该瓶具短的侧管,用来塞以双重橡皮塞(一方面可由此处将瓶抽真空,另一方面可用微量气密性注射器由此处定量抽取样品,注入气相色谱仪);瓶口一端有活塞(照片 1-C)。



照片 1



照片 2

## 二、操 作

(一) 取样的准备 1. 将有机玻璃圆筒嵌入盆栽或田间试验的土壤中,筒口至土面的距离可以随意,以能覆盖植物为限,距离愈短愈好; 2. 用水注满贮水槽,并于圆筒内悬挂一支温度计,再覆以盖子,盖子的取样口套上一段橡皮管,并用止水夹夹紧;盖子的通气口塞以双重橡皮塞,使整个装置密闭; 3. 采样瓶的准备: (1) 事先放一圆形小纸片入瓶中,取样时纸片浮动指示取样有效; (2) 为了使采集的气体样品尽可能少含影响  $N_2O$  测定的水气,关紧活塞,在活塞前的一段玻管内填以  $CaCl_2$ ,管口再塞以小橡皮塞; (3) 从取样瓶的侧管口抽气,使取样瓶抽成真空,备用。

(二) 采样 采样时取下上述备用采样瓶的小橡皮塞,使具活塞一端与装置盖上取样口的橡皮管连接(照片 2),扭松止水夹,再打开采样瓶的活塞,根据压力平衡原理,密闭室内的气体即被采集至采样瓶中,旋即关闭活塞,扭紧止水夹,取下采样瓶,塞回小橡皮塞。同时记录密闭室内的温度。取样瓶携回室内分析。

根据需要再相继间隔若干时间,换上另一只已抽真空的取样瓶,如前述再行取样。取样次数和密闭时间根据条件和条件而定。采样完毕,取下盖子,使植株自然生长。

## 三、分 析

见参考文献[1],唯需降低载气流量,即调节气相色谱仪中流量计的转子高度为 10 毫米,载气流量为 25 毫升/分。

## 四、计 算

按  $F = (273/T) (V/A) (\Delta c/\Delta t)$  公式<sup>1)</sup>计算  $N_2O$  的通量。式中  $F$  系  $N_2O$  的通量 ( $\mu g N_2O-N/m^2 \cdot sec$ ),  $T$  是取样时密闭室中的校正温度,  $V$  是密闭室内空间的体积(此处为圆筒的面积乘以土面至筒口的距离),  $A$  是圆筒覆盖土壤的面积,  $\Delta c/\Delta t$  是密闭期间密闭室内气体中  $N_2O$  浓度变化率 ( $N_2O \mu l/L \cdot sec$ )。

## 五、应用实例

用湖积物发育的水稻土<sup>1)</sup>作盆栽试验,将上述装置嵌入盆栽试验的土壤中,筒口至土面高度 15 厘米,筒覆盖土壤面积 380 平方厘米。土壤淹水 2 天后插秧,每盆 4 穴,每穴 3 株,重复 6 盆。秧苗返青后表施  $NH_4NO_3$ (每 6 公斤土用氮 2.5 克),立即与土壤混匀。施肥后 2 天开始取样测定,连续进行 11 天。于密闭前取圆筒内气体样品,在气相色谱仪上均未反应有  $N_2O$  峰。每天连续密闭 2, 3 和 4 小时各取样一次。水稻苗期土壤释放  $N_2O$  的结果列入表 1,  $N_2O$  通量的变幅为 1.40—11.1  $\mu g N/m^2 \cdot sec$ , 平均通量为  $5.71 \pm 1.75 \mu g N/m^2 \cdot sec$ ( $n = 198$ )。

1) 供试土壤承江苏丹阳县营练湖农场的朱宗武、孙育东同志提供,特致谢忱。

表 1 密闭不同时间  $N_2O-N$  的通量 ( $\mu g N/m^2 \cdot \text{hour}$ )

施肥后天数 (天)	密 闭 时 间		
	2 小时	3 小时	4 小时
2	3.62±2.04	4.84±1.53	4.50±1.56
3	7.78±1.72	8.75±0.920	5.88±1.80
4	6.33±1.85	6.05±4.74	5.78±2.98
5	6.55±2.34	7.22±3.15	5.77±3.01
6	8.23±1.74	7.43±2.62	6.83±2.25
8	6.43±1.14	5.76±1.79	5.43±2.25
9	4.67±0.723	3.86±1.12	4.68±1.57
10	9.25±1.41	7.57±2.25	9.04±2.47
11	4.67±1.14	3.90±1.59	4.40±1.51
12	3.47±1.12	3.62±1.14	4.57±1.14
13	5.27±4.81	2.93±1.05	3.40±0.767

(n = 6)

分别按每一重复 11 天的测定值计算  $N_2O$  通量的变异系数(时间变异性), 分别为 40.0%, 45.5%, 41.9%, 47.7%, 39.9% 和 49.8%, 平均为 44.1%; 若分别按每天 6 个重复(相当于不同取样点)的测定值计算  $N_2O$  通量的变异系数, 结果为 36.0%, 33.3%, 42.2%, 46.0%, 28.4%, 27.4%, 26.0%, 24.3%, 36.1%, 30.4% 和 25.6%, 平均为 32.3%。由此看来用本方法测得的  $N_2O$  通量, 其时间变异性大于空间的变异, 这与用其他方法作田间原位测定所报道的结果相一致<sup>[4]</sup>。

用本方法测定了原位土壤在硝化过程中产生的  $N_2O$  通量, 证明其同样可用于旱地土壤。

## 六、小 结

1. 本装置采用无底圆筒, 优点在于可根据需要调节筒的高度(当然不是无限制的), 适应植物生长, 因此, 可用于较高植株的原位土壤的测定。

2. 本装置覆盖土壤的面积虽然小于其他方法<sup>[4]</sup>, 但是, 在同一块田里可设置数个装置, 达到多点取样, 增加取样代表性的效果。

3. 根据实践, 取样瓶在抽真空后, 最好立即用于取样, 否则真空度下降, 乃至无法取样。

4. 本装置可用于盆栽和田间试验, 方法简便易行, 凡具备抽真空条件的地点, 均可应用。

5. 该装置除具有密闭体系所固有的缺点外<sup>[2]</sup>, 由于其覆盖土壤的面积小, 而高度又高于其他方法<sup>[3]</sup>, 因此, 密闭室内的  $N_2O$  浓度相对较低, 需使用灵敏度高的气相色谱仪; 密闭时间亦可缩短。

## 参 考 文 献

- [1] 程光胜、朱厚础、周方主编,1988: (李良谦、伍期途、周秀如、李振高、潘映华,气相色谱测定  $N_2O$  的方法及其应用)。分析微生物学专辑,172—176 页,科学出版社。
- [2] Bremner, J. M., Blackmer, A. M., 1978: Nitrous oxide emission from soils during nitrification of fertilizer nitrogen. *Science*, 199(4326): 295—296.
- [3] Cates, R. L., and Keeney, D. R., 1987: Nitrous oxide production throughout the year from fertilized and manured maize fields. *J. Environ. Qual.*, 16(4): 443—447.
- [4] Goodroad, L. C., and Keeney, D. R., 1984: Nitrous oxide emission from forest, marsh, and prairie ecosystems. *J. Environ. Qual.*, 13(3): 448—452.
- [5] Hauck, R. D., 1986: Field measurement of denitrification—An Overview. In "Field Measurement of Denitrification and Nitrogen Fixation". (Eds. R. D. Hauck and R. W. Weaver) pp. 59—72. (Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA)
- [6] Knowels, R., 1982: Denitrification. *Microbiological Reviews*. 46: 43—70.
- [7] Matthais, A. D., Blackmer, A. M., and Bremner, J. M., 1980: A simple field chamber technique for field measurement of emission of nitrous oxide from soil. *J. Environ. Qual.*, 9(2): 251—256.
- [8] Ryden, J. C., and Rolston, D. E., 1983: The measurement of denitrification. In "Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems". (Eds. J. R. Freney and J. R. Simpson) pp. 91—132. (Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague.)