

红壤土柱中营养元素的淋失

Ⅱ. $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的淋失

沈仁芳 赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

在实验室用土柱对发育于红砂岩的红壤进行了 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 淋失的研究,不同处理的土柱每天用蠕动泵从土柱顶端加去离子水 120ml,持续 92 天。结果表明,对照处理的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 淋失量均很低,并以 $\text{NO}_3\text{-N}$ 略高。施用尿素后, $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的淋失均有一定的增加,但 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的淋失量增加较多;Multiple(多种肥料的混合)处理的这种趋势就更加明显; KNO_3 处理的, $\text{NO}_3\text{-N}$ 淋失很快,淋失量也很高, $\text{NH}_4\text{-N}$ 的淋失在淋溶后期亦有所增加。

对土壤中 N 素的淋失,特别是对 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的淋失研究很多,因为 N 素淋失不仅仅是土壤营养元素的损失,还会造成环境污染^[1-6]。而肥料氮的施用常被认为是提高地下水中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 水平的最重要的原因之一,更何况局部 N 肥用量过剩较为普遍。我国是世界上最主要的 N 肥消费国之一^[7],因而弄清施入土壤中 N 肥的去向显得尤为重要。我国南方大面积分布的红壤,具有酸性强,CEC 低等特点,同时由于地处热带、亚热带,因而降雨量常很大,且分布不匀,造成土壤持水保肥性能较差,营养元素易遭淋失^[8]。本文的目的是研究发育于红砂岩的红壤,在各种处理下, $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的淋失过程和淋失量。

一、材料与方法

(一) 土壤和土柱装置

供试土壤是采自江西余江县的红砂岩发育的红壤,pH 为 4.91,粘粒含量($<0.002\text{mm}$)为 26%。土壤性质及土柱装置等参见文献^[9]。

(二) 土柱处理

① CK,不加任何肥料;② Urea 处理,加 0.76lg 尿素/土柱;③ Multiple 处理,加 4.71lg CaCO_3 ,1.09g $(\text{MgCO}_3)_4 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,938g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,0.76lg 尿素,0.448g KCl,0.418g $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。其加入量相当于当地常规施肥量的 4 倍。④ KNO_3 处理,加 1.28g KNO_3 ,N 量与 Urea 和 Multiple 处理的相同。每个处理 2 个重复。

土柱为 PVC 材料的圆柱体(高 65cm,内径 10cm)。分 2 层装土,即 20—60cm 为一层,0—20cm 为一层(同一层内土壤均匀填装,容重为 1.2gcm^{-3})。肥料的加入方法是先将肥料与 0—5cm 土壤均匀混合后,填装在土柱表面。

(三) 淋溶及 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的测定

处理后的土柱,每天从顶端由蠕动泵加入去离子水 120ml(约 1.53mm),持续 92 天,共加水约 1500mm,相当于采样地平均年降水量。渗漏液流出速率不予控制,2 天的渗漏液收集于

同一三角瓶中,隔次分析(第1次收集的弃去)。渗漏液的 pH 用便携式 pH 计测定(Cole-Parmer 仪器公司的 Model 5941-00 pH 计)。NO₃-N 用硝酸根电极法测定,NH₄-N 用酚蓝比色法测定。

二、结果与讨论

(一) 土柱渗漏液的 NH₄-N 和 NO₃-N 浓度

图 1 和图 2 分别是不同时间土柱渗漏液中 NH₄-N 和 NO₃-N 浓度。从图 1 可见,CK 处

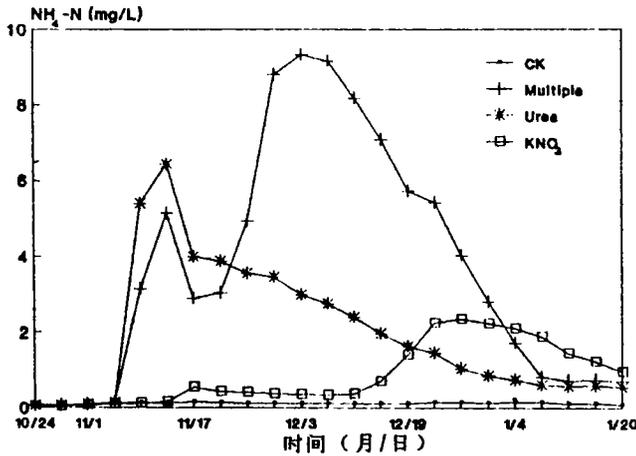
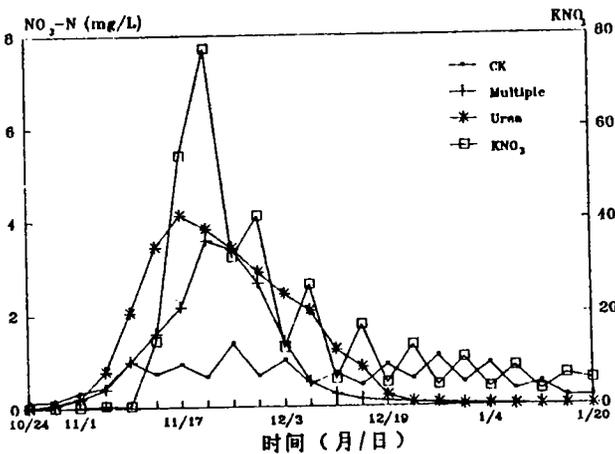


图 1 各处理渗漏液的 NH₄-N 浓度曲线



(右边纵座标为 KNO₃ 处理的 NH₄-N 浓度)

图 2 各处理渗漏液的 NO₃-N 浓度曲线

理的,渗漏液中,NH₄-N 浓度在整个淋溶试验期间一直很低。Urea 处理的,淋溶到 10 天时,NH₄-N 浓度大幅度上升,并于 24 天时达到峰值 6.44mg L⁻¹(N),此后则逐步降低。表明尿素施入土壤后在较短时间内水解产生高浓度的 NH₄⁺,并有部分被淋出土柱。从渗漏液的 pH 曲线(图 3)可以看到,Urea 处理的,渗漏液 pH 在淋溶到 10 几天时,开始升高,并基本上保持到淋溶试验结束。由于 pH 升高增加了土壤负电荷,Ca、Mg 淋失量下降,同时高浓度的 NH₄⁺促进了 K⁺的淋失^[9]。Multiple 处理的,渗漏液中 NH₄-N 的浓度峰值有 2 个,一个与 Urea 处理

一样,另一个则与 Ca、Mg、K 的浓度峰值位置相近^[9]。可以推测,第一个峰值的出现与尿素水解有关,而第二个峰值应与 Multiple 处理中各种因素综合影响的结果有关。KNO₃ 处理的,尽管与 Urea 处理、Multiple 处理有同样多的 N,但仅在淋溶后期 NH₄-N 浓度略有上升,说明在该试验条件下 NO₃-N 向 NH₄-N 转化并不容易。

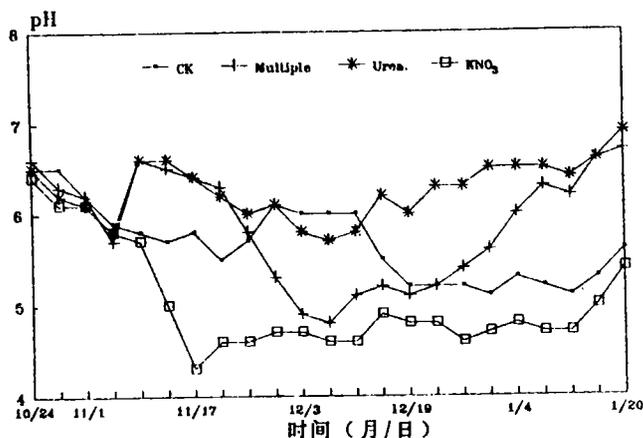
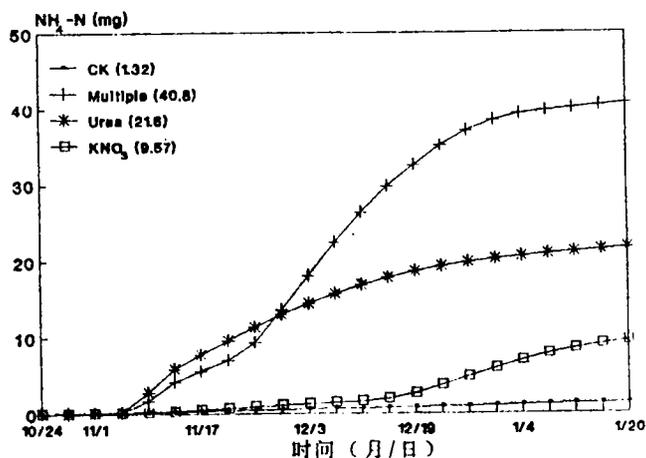


图3 各处理渗漏液的 pH 值曲线

关于 NO₃-N 在土壤中的淋失研究很多,一般认为,当土壤质地较粗,无植被覆盖时,NO₃-N 很易被淋失^[10]。从试验结果看(图 2),CK 处理的 NO₃-N 浓度并不高,但比相应的 NH₄-N 浓度略高。KNO₃ 处理的,NO₃-N 浓度可以在较短时间内达到很高的水平,其峰值为 77mgL⁻¹(N)(11 月 21 日),显然 NO₃-N 进入土壤后,即能从土壤中被淋失,从 pH 曲线(图 3)可以看到,KNO₃ 处理下,pH 下降幅度较大,Ca、Mg 大量淋失^[9]。Urea 处理和 Multiple 处理中,NO₃-N 浓度趋势基本一致,峰值分别是 4.11 和 3.57mgL⁻¹(N),可见,在该试验条件下,NH₄-N 也不易向 NO₃-N 转化,硝化作用很弱。

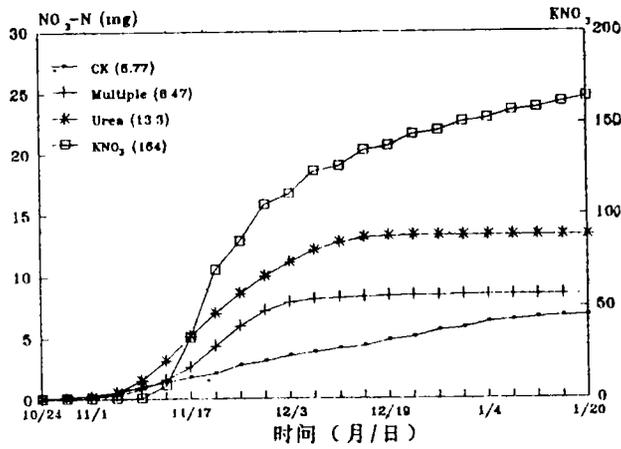
(二) 土柱中 NH₄-N 和 NO₃-N 的累计渗漏量

图 4、5 分别为 NH₄-N 和 NO₃-N 累计渗漏量随时间变化的示意图。从图 4 可见,CK 的



(图中括号内为淋溶试验结束时 NH₄-N 的累计渗漏总量)

图4 各处理的 NH₄-N 累计渗漏量曲线



(图右纵座标为 KNO₃ 处理的 NO₃-N 累计渗漏量, 图中括号内为淋溶试验结束时 NO₃-N 的累计渗漏总量)

图 5 各处理的 NO₃-N 累计渗漏量曲线

NH₄-N 的淋失量很低, 施用尿素的 NH₄-N 的淋失量显著增加。而 Multiple 处理下, NH₄-N 的淋失量很低, 施用尿素的 NH₄-N 的淋失量显著增加。而 Multiple 处理下, NH₄-N 的淋失量更多。这主要是因为 NH₄-N 的淋失不仅仅是由于高浓度 NH₄⁺ 存在的结果, 施入土壤中别的阳离子也可以代换 NH₄⁺ 而被淋失。KNO₃ 处理的, 由于试验条件下, NO₃-N 很难被还原成 NH₄-N, 相对而言, NH₄-N 的淋失量很小。从图 4 和图 5 也可看出, CK 的 NO₃-N 的淋失量比 NH₄-N 要多得多, 其他处理则各有特点。Urea 处理的 NH₄-N 的淋失比 NO₃-N 多, Multiple 处理中, 这个现象则更为显著, 所以在该试验条件下, NH₄-N 向 NO₃-N 的转化也是不明显的。KNO₃ 处理中, NO₃-N 极易被淋失, 其淋失量亦比 NH₄-N 多得多。

由前述可知, 在红砂岩发育的红壤中, 都存在 NH₄-N 或 NO₃-N 的淋失(在试验条件下)。不同处理下, NH₄-N 和 NO₃-N 的淋失有不同程度的增加, 但因本试验是在不种作物, 水分主要是从上到下运动的条件下进行的, 因此, 可以认为, 这是土壤养分最大淋失潜力。当然, 养分最大淋失潜力不仅与肥料品种、用量等有关, 还与营养元素本身的特点有关。

参 考 文 献

- [1] Aschmann, S. G., M. S. McIntosh, J. S. Angle, and R. L. Hill. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 38:249-263. 1992.
- [2] Bergstrom, J. *Environ. Qual.* 16:11-18. 1978.
- [3] Low, A. J., and E. R. Armitage. *Plant Soil* 33:393-411. 1970
- [4] Owens, L. B. *J. Environ. Qual.* 19:131-135. 1990
- [5] Prunty, L., and B. R. Montgomery. *J. Environ. Qual.* 20:373-380. 1991.
- [6] Wong, M. T. F., A. Wild, and A. S. R. Juo. *Journal of Soil Science* 38:511-518. 1987.
- [7] 朱兆良, 农田生态系统中化肥氮的去向和氮素管理, 213~266 页。朱兆良、文启孝主编, 中国土壤氮素, 第十一章, 江苏科学技术出版社, 1992。
- [8] Pleysier, J. L., and A. S. R. Juo, *Soil Sci. Soc. A. J.* 45:754-760. 1981.
- [9] Shen, R. F., and Q. G. Zhao Leaching of fertilizer ions in red earth from repacked soil columns; I. Leaching of Calcium, Magnesium, and Potassium. P350-358. In: Q. G. Zhao (ed.) *Pedosphere—proceeding of the second workshop on material cycling in pedosphere*. Nanjing University Press, Nanjing, 1994.
- [10] 沈仁芳、赵其国, 排水采集器原装土柱中红壤元素淋溶的研究, 土壤学报, 第 32 卷增刊, 1995。