

太湖地区主要类型土壤的反硝化势

伍期途 李良谟 李振高 潘映华

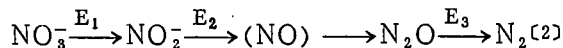
(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

太湖地区土壤的反硝化势的高低与土壤利用方式有关。植稻期土壤的反硝化势高于植麦期土壤。植稻期间各土壤反硝化势的顺序是：乌栅土、青紫泥>板浆白土>乌沙土、黄泥土>小粉白土；植麦期间各土壤反硝化势的顺序则是：青紫泥>小粉白土>黄泥土、板浆白土、乌沙土>乌栅土。

对水稻土而言，免耕可以降低其反硝化势。

氮肥施用于不同的土壤中其损失量差异很大，损失的途径也各异。在石灰性土壤中以氨挥发损失为主；在中性土壤则以反硝化损失占主导。朱兆良等用间接法证明，太湖地区土壤中氮素损失的主要途径是生物反硝化作用^[1]。引起生物反硝化作用的主要是异化型硝酸还原酶，它能在厌氧条件下利用同一个呼吸电子传递系统，以 NO_3^- 作为受氢体，将硝酸还原为亚硝酸，进一步还原为 N_2O ，最终还原成氮气。其反应机制如下：



其中 E_1 和 E_2 分别称为硝酸还原酶和亚硝酸还原酶，其活性不受乙炔所抑制； E_3 为 N_2O 还原酶，能受乙炔所抑制，而阻止 N_2O 进一步还原为 N_2 ，使 N_2O 累积起来，便于测定。乙炔抑制 N_2O 还原法是近年发展起来的测定土壤反硝化势的有效方法^[3]。本文报道了用此方法和 N_2O 消失法测定太湖地区主要类型土壤的和不同耕作方式下土壤的反硝化势的初步结果。

一、材料与方法

(一)供试土壤 采用太湖地区主要类型土壤^[4]，包括性质不同的侧渗水型板浆白土，囊水型乌栅土，典型囊水型青紫泥，漏水型乌沙土，爽水型黄泥土及滞水型小粉白土。并同时采集了乌栅土和黄泥土的免耕区和普耕区土样，亦作为供试标本。

(二)硝酸还原酶活性的测定 称取稍经风干后通过2毫米筛孔的鲜土10克，置于50毫升的血清瓶中，加入5毫升 KNO_3 溶液，其浓度为25毫克氮/100克土。淹水，土表水层厚约0.5厘米，塞上双重橡皮塞，抽真空，通入高纯氮气，再注入1%(V/V)乙炔，置于28℃恒温培养，每土样重复五次。定期用微量注射器抽取血清瓶内土面空间的气体样品，注入气相色谱仪，测定样品中 N_2O 浓度。以释放的 N_2O —N量占加入氮量的%示硝酸还原酶活性。

(三) N_2O 还原酶活性的测定 测定方法与硝酸还原酶活性测定法相似，唯通入纯氮气后，不再注入乙炔，仅仅注入定量的 N_2O 作为电子受体。置于28℃恒温培养，定期测定 N_2O 的减少量，以 N_2O —N消失百分数示 N_2O 还原酶活性。

(四)色谱仪分析条件 色谱仪型号SP-501，采用氚源电子捕获检定器，柱子担体为60-

80目的Porapak Q, 检测器温度175℃, 柱温65℃, 载气为高纯氮气, 其流速为 50—80 毫升/分钟。

二、结果与讨论

(一)太湖地区主要类型土壤的反硝化势 表1是水稻生长期取得土样的测定结果。由表看出瘠水型乌栅土和典型瘠水型青紫泥的反硝化势最大, 这可能与二土壤所含有机质较多有关。板浆白土的反硝化势也不小, 特别是培育前期各土壤之冠, 其原因尚待分析, 该土壤培育10天后其活性下降了, 也有可能是 N_2O 进一步还原为 N_2 气的缘故。在供试土样中以滞水型小粉白土的反硝化势最弱, 培育10天释放的 N_2O-N 只占加入氮素的一半, 而且有明显的迟滞期。

表1 植水稻期间土壤的反硝化势($NO_3^- \rightarrow N_2O$)
(淹水培育试验, 释放的 N_2O-N 占加入N的%)

土 壤	培育时间(天)			
	2	4	8	10
板浆白土	23.6a	45.7a	95.3a	83.7bc
乌栅土	17.3b	51.0a	89.5a	100.0a
青紫泥	11.5b	48.6a	71.9ab	93.0b
乌沙土	11.9b	20.5b	58.9b	63.4bc
黄泥土	4.5c	22.2b	58.7b	77.4bc
小粉白土	5.1c	14.3b	50.4b	52.9c

表中不同字母示差异显著($p < 0.05$)

表2 种小麦时土壤的反硝化势($NO_3^- \rightarrow N_2O$)
(淹水培育试验, 释放的 N_2O-N 占加入N的%)

土 壤	培育时间(天)			
	2	4	8	10
小粉白土	11.4a	10.1a	29.8a	25.6ab
青紫泥	9.80ab	13.9a	29.3a	28.9a
乌沙土	8.69bc	12.8a	15.4b	22.4ab
黄泥土	8.54bc	10.2a	19.4ab	16.4b
板浆白土	7.01c	10.2a	22.0ab	17.1b
乌栅土	6.91c	8.34a	15.3b	15.8b

表中不同字母示差异显著($p < 0.05$)

同一土壤栽培不同作物时, 其反硝化势迥然不同。表2是栽种小麦时取得土样的测定结果。由表1及表2看出, 总的趋势是: 种水稻时各土壤的反硝化势远远大于种小麦时土壤的反硝化势, 前者培育8天时释放的 N_2O-N 占加入氮素的50%以上, 后者培育8天只释放15—30%, 说明种稻时的土壤条件有利于反硝化酶活性, 这与水稻根际效应对反硝化酶活性有利的报道是一致的^[5], 这也是水稻土的氮素损失总是大于旱作土壤的原因之一。有趣的是, 种小麦时各土壤反硝化势的顺序与种水稻时不同。种稻时反硝化活性弱的小粉白土在种小麦时则最强; 而种稻时活性强的板浆白土和乌栅土在种小麦时最弱; 只有青紫泥在种植两种作物下的土壤反硝化势都是较强的。造成上述差异有待进一步研究和分析。据报道, 土壤有机质在旱耕和水耕下各有其特性^[6], 这些特性在不同土壤中的反应又各不相同。土壤有机质特性对提供反硝化作用需要的能源有直接的影响, 势必表现在反硝化势上有各种变化。

(二)耕作方式与土壤的反硝化势 土壤免耕虽然没有在太湖地区广泛采用, 但越来越受到人们的重视。免耕不仅影响土壤的理化性质、水分及养分供应状况, 而且也影响土壤的生物学特性。据报道, 免耕区土壤的反硝化细菌较普耕区土壤高出几倍, 生物反硝化作用造成的气体氮素损失量也高于普耕区^[7]。据信这可能是由于免耕使土壤保蓄较多的水分, 形成厌氧环境, 有利于进行反硝化作用。我们在太湖地区的工作表明(表3和表4), 乌栅土和黄泥土的免耕区土壤的硝酸还原酶活性及 N_2O 还原酶活性都显著低于普耕区土壤, 看来免耕不但节约劳力, 可能还有减少氮素损失的趋势。本试验的结果之所以与某些报道不同, 大致有两种

可能：一是由于研究方法不同，他人是用原位测定法，我们采用的是培育法；二是由于他人以旱作土壤为研究对象，我们则以水稻土为对象。众所周知，耕作能改善旱作土壤的通气性，

表3 不同耕作方式下土壤的反硝化势
($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}$)
(淹水培育试验，释放的 N_2O -N占加入N的%)

土 壤	耕作方式	培育时间(天)			
		2	4	6	9
乌 栅 土	普 耕	46.7a	61.1a	98.5a	85.3a
	免 耕	39.3b	54.9b	88.6b	79.8a
黄泥土	普 耕	—	33.2a	50.0a	51.6a
	免 耕	—	25.0b	42.1a	41.2b

表中不同字母示差异显著($p < 0.05$)

表4 不同耕作方式下土壤反硝化势($\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$)
(淹水培育试验， N_2O -N消失的%)

土 壤	耕作方式	培育时间(天)		
		2	4	6
乌 栅 土	普 耕	64.8a	84.8a	93.9a
	免 耕	5.74b	60.6b	87.9a
黄泥土	普 耕	44.4a	69.9a	99.5a
	免 耕	32.8b	51.1b	98.9a

表中不同字母示差异显著($p < 0.05$)

但是水田土壤则不然。赵诚斋的研究资料表明，连续免耕两年的黄泥土稻田土壤在不同吸力下的充气孔隙度都有所增加，破裂系数也比耕作区低；而麦茬测定的结果则不同，免耕区不论是不同吸力下的充气孔隙还是破裂系数都不及耕作区^[8]。据此可以认为，旱作土壤免耕，易造成嫌气状况，有利于反硝化作用的进行，从而增加了氮素的损失；而水稻田实行免耕，能增加充气孔隙，相对来说，不易造成嫌气条件，因而也不利于反硝化作用的进行。

参 考 文 献

- [1] 蔡贵信、朱兆良、朱宗武，水稻田中碳铵和尿素的氮素损失的研究。土壤，17(5):225-229, 1985。
- [2] Payne, W. J., Denitrification. John Wiley & Sons, New York. Chichester. Brisbane. Toronto. 1981.
- [3] Dennis & Focht. The methods for analysis of denitrification in soil. Vol. 2. Edited by Donald, R Nielsen & Macdonald, J. G. Academic Press, New York San Francisco, London, 1978.
- [4] 徐琪、陆彦椿、刘元昌、朱洪官，中国太湖地区水稻土。上海科学技术出版社，1980。
- [5] 李良谟、臧双、周秀如、潘映华，水稻根系对氮素损失的影响。土壤，16(1):5-10, 1984。
- [6] 中国科学院南京土壤研究所主编，中国土壤。科学出版社，229-307, 1980。
- [7] Aulakh, M. S., D. A. Renne, E. A. Paul, Gaseous nitrogen losses from soils under zero-till as compared with conventional-till management systems. J. Environ. Qual. 13: 130-136. 1984.
- [8] 赵诚斋，太湖地区合理耕作的土壤基础和免耕法的效果与问题(待刊稿)。