

农业土壤排放氧化亚氮的影响因素分析

李 俊

中国科学院
(国家计委) 地理研究所 北京 100101

摘 要 李 俊:农业土壤排放氧化亚氮的影响因素分析,《生态农业研究》,3(4)1995:63—66

氧化亚氮(N_2O)是重要的温室气体之一。本文从施肥、灌溉、耕作、种植作物及土地利用改变等方面论述了农业活动对土壤排放氧化亚氮的影响,并总结了减排措施。

关键词 氧化亚氮 土壤 排放 农业

Abstract Li Jun(Institute of Geography, CAS, Beijing 100101):An analysis of the factors affecting N_2O emission from arable soils, *EAR*, 3(4)1995:63—66

Nitrous oxide(N_2O) is an important greenhouse gas. This paper gives a summary about the effects of agricultural activities such as fertilizer application, irrigation, tillage, crop planting and changes of land use on N_2O emission from soil. And measures for reducing N_2O emission were also discussed.

Key words Nitrous oxide, Soil, Emission

氧化亚氮(N_2O)是重要的温室气体之一。它能吸收红外辐射并可破坏平流层臭氧导致地球升温。目前,大气中氧化亚氮的浓度为315ppbv,比前工业时代增加了约8%,并以每年0.2—0.3%的速度递增(WMO,1992)。由于氧化亚氮的辐射增温潜力是二氧化碳的290倍,在大气中存在时间长(150年),其对气候变暖的贡献增加较快(在最近10年中增至6%)。农业土壤是氧化亚氮一个重要的源。土壤中氧化亚氮的产生排放与土壤生物化学过程、土地利用和人类活动,特别是施用氮肥有着极其密切的关系。

1 施 肥

Eichner^[4]综述了氮肥的氧化亚氮排放率,其全球排放范围从 $0.4\text{—}3\text{Tgyr}^{-1}$ ($\text{Tg}=10^{12}\text{g}$),中值为 1Tgyr^{-1} 。如2000年在世界范围内消耗100Tg氮,则那时全球源于氮肥排放进入大气的氧化亚氮将可能超过 $3\text{TgN}_2\text{O-N}^{[4]}$ 。

增施氮肥使氧化亚氮排放量增加^[11]。Bouwman^[3]发现在排水良好的农田施肥量较高时($>250\text{kg ha}^{-1}$),施肥量与氧化亚氮量之间有显著的正相关:

$$Y=1.8785336+0.00417\cdot X \quad (1)$$

式中,Y为氧化亚氮释放量($\text{kgN}_2\text{O-N ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$);X为施肥量(kgN ha^{-1})。但在某些情况下(如土壤湿度很低),氮肥不能增加氧化亚氮排放。Bolle^[2]估计耕作土壤施入氮肥的

0.5—2%以氧化亚氮释放。肥料种类也影响氧化亚氮的释放量。通常,当田间施肥量较低时($<250\text{kgNha}^{-1}$)氧化亚氮排放由肥料的类型决定^[3](见表1)。施有机肥的农田氧化亚氮排放高于施无机肥的农田,有机肥含有丰富的氮素和易分解的碳,既为反硝化微生物提供了氮源又提供了能源。

表 1 施肥种类与农田氧化亚氮排放的关系*

Tab. 1 Relation between types of fertilizer applied and N_2O emission from soil

肥料类型 Type of fertilizer	施肥量(kgNha^{-1}) Quantity	N_2O 通量($\mu\text{gNm}^{-2}\text{h}^{-1}$) N_2O flux	N_2O 年排放量($\text{kgNha}^{-1}\text{yr}^{-1}$) Annual N_2O flux
有机肥 Organic fertilizer	71—237	27—59	2.4—5.2
NH_4NO_3	56—224	19—38	1.7—3.3
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	125—250	24—29	2.1—2.5
尿 素 Urea	125—250	22—27	1.9—2.4
$\text{NO}_3^- - \text{N}$	125—250	16	1.4

* 表中数据由 Bouwman^[3]整理而得。

2 灌 溉

干燥土壤的通透性良好,因而阻碍厌氧微生物的反硝化作用。灌溉后,当充水孔隙超过 60%时,土壤透气性降低,反硝化作用成为氧化亚氮的源。硝化作用 WFPS(充水孔隙空间)的最佳范围是 30—70%。淹水条件下氧化亚氮排放量近于零。频繁的干湿交替过程会促进氧化亚氮的扩散和释放。

3 耕 作

耕作改变了土壤结构和通透性,从而影响氧化亚氮的排放。Hansen 等^[5]研究了农业土壤中拖拉机通行对氧化亚氮排放的影响,发现压实土壤空气中氧化亚氮的浓度比其它处理高 7 倍多。当土壤压实和 $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-$ 肥共同作用时,土壤空气中氧化亚氮浓度达到高峰,这可能是由于高的反硝化率。Arah 等^[1]在试验中发现:土壤空气中氧化亚氮的浓度遵循对数正态分布,且显著受土壤类型、耕作和硝酸盐施用比例的影响。

4 种植作物

作物根系影响土壤氧化亚氮的排放。在大麦根区氧化亚氮损失达 90%,在行间仅 5%^[9]。植物根系残落物和分泌物会导致根际反硝化强度的增加。反硝化微生物的活性与根区含碳物质的浓度密切相关,因而具有明显的与植物发育动态相吻合的季节性变化。除根系的作用外,在淹水稻田,当土壤排气不畅时,氧化亚氮还可通过水稻植株的气孔向大气扩散。表 2 列出了不同作物田的氧化亚氮的排放量,苜蓿最高,玉米大麦次之,冬小麦最低。Eichner 等估计种植豆类作物的农田进入大气的氧化亚氮为 $23\text{—}315\text{GgN}_2\text{O}-\text{N}^{[4]}$ 。

表2 作物类型农田氧化亚氮排放的影响*

Tab. 2 Effects of crop type on N_2O emission from field

作物类型 Crops	施肥量 ($kgNha^{-1}$) Application	N_2O 通量 ($\mu gNm^{-2}h^{-1}$) N_2O flux	N_2O 年排放量 ($kgNha^{-1}yr^{-1}$) Annual N_2O flux
苜 蓿 Alfalfa	0	26.0—48.0	2.3—4.2
玉 米 Maize	0—237	9.8—59.0	0.9—5.2
大 麦 Barley	0—224	1.4—38.0	1.2—3.8
冬小麦 Winter wheat	0—210	2.0—23.0	0.2—2.0

* 表中数据由文献^[3,12]整理而得。

5 土地用途改变

由全球农业面积的扩展而增加的氧化亚氮排放可能很重要^[3]。Matson^[8]和 Luizao^[7]估计全球土地用途改变排放的氧化亚氮为 $0.445TgNyr^{-1}$ 。砍伐热带雨林作为牧场或耕地比以前产生了更多的氧化亚氮。在亚马逊河流域森林转变为牧场排放的氧化亚氮净通量估约 $0.28gNm^{-2}yr^{-1}$,比未受干扰的热带森林约高3倍^[7]。但也有研究认为,森林退化或转变为草原减少了氧化亚氮排放^[6]。

田间试验表明,当土壤中的养分被大量消耗,氧化亚氮的排放也随之减少。

6 减排措施

由于世界人口的增加,对粮食的需求日益增长,来自农业的氧化亚氮排放还将继续上升。据以往的研究结果,下列农业措施可能对减排有利:

选择添加硝化抑制剂的肥料,通过合理施肥(如深施、覆土、灌溉等)以提高氮肥的利用率,减少土壤氧化亚氮排放损失;少耕、免耕以减少氧化亚氮从土壤向大气中扩散;套作以减少裸露农田的氧化亚氮排放。

上述措施主要针对旱田,其实际效果还有待验证。为找到更好的适合各种农田(如水田)的减排方法,还需要对不同土壤中氧化亚氮产生、排放的过程机理进行更深入的研究。

参 考 文 献

- 1 Arah, J. R. M. et al., Nitrous oxide production and denitrification in Scottish arable soils. J. Soil Sci., 1991, 42, 351—367
- 2 Bolle, H. J. et al., Other greenhouse gases and aerosols. Assessing their role in atmospheric change and ecosystems. In: Bolin, B. et al., eds., The Greenhouse Effect, Climatic Change and Ecosystems, pp. 157—203. Wiley, New York
- 3 Bouwman, A. F., Exchange of Greenhouse Gases Between Terrestrial Ecosystems and the Atmosphere. In: Bouwman, A. F. ed., Soils and the Green house Effect, Chichester, John Wiley Sons Ltd. 1990: 61—127
- 4 Eichner, M. J., Nitrous oxide emissions from fertilized soils, Summary of Available data. J. Environ Qual.,

1990,19:272-280

5 Hansen, S. et al., N_2O and CH_4 fluxes in soil influenced by fertilization and tractor traffic. *Soil Biol. Biochem.*, 1993, 25, 5: 621-630

6 Keller, M., Zepp, R. G. ed., R. G. ed., Controls on the soils-atmosphere fluxes of nitrous oxide and methane: Effects of tropical deforestation. In: *Climate-Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change*, Willy, New York, 1992

7 Luizao, F. M. et al., Nitrous oxide flux following tropical land clearing. *Global Biogeochem. Cycl.*, 1989, 3: 281-285

8 Matson, P. A. et al., Ecosystem approach to a global nitrous oxide budget. *Bioscience*, 1990, 40: 667-672

9 Umarov, M. M., Biotic sources of nitrous oxide (N_2O) in context of global budget of nitrous oxide; Bouwman, A. F. ed., *Soils and the Greenhouse Effect*. Chichester; John Wiley Sons Ltd, 1990: 263-268

10 王敬国: 土壤氮素的转化过程中温室效应气体的释放和吸收, 《环境科学研究》, 6(5)1993: 47-51

11 苏维瀚等: 华北典型冬麦田氧化亚氮通量, 《环境化学》, 11(2)1992: 26-32

12 曾江海等: 小麦-玉米轮作期土壤排放 N_2O 通量及总量估算, 《环境科学》, 16(1)1995: 32-35

●征订启事●

欢迎订阅 1996 年《北方园艺》

《北方园艺》系黑龙江省园艺学会和黑龙江省农业科学院园艺所联合主办的科学研究与技术普及相结合的综合性大型期刊。主要刊登国内外园艺新成果、新技术、新信息, 普及生产知识、解答疑难问题, 包括果树、蔬菜、瓜类、花卉、植保、贮藏与加工等方面内容。读者对象为园艺科技人员、政府部门领导干部、农、林、师范、大中专院校师生和农村科技户、专业户以及园艺爱好者。本刊为双月刊, 16 开本, 64 页, 每期定价 6.00 元, 全年 6 期共 36.00 元, 国内统一刊号 CN23-1247/S, 邮发代号 14-150。也可直接汇款向编辑部订购(如需挂号邮寄另加 3.00 元), 地址: 黑龙江省哈尔滨市哈平路义发源《北方园艺》编辑部, 邮编: 150069, 电话: (0451)6663603。

欢迎订阅 1996 年《新疆农业科技》

《新疆农业科技》是新疆农业厅主办的综合性农业科技期刊, 辟有专家论坛、高效农业、作物栽培、土壤肥料、良种繁育、植物保护、园蚕特产、农村能源环保、绿色食品、农业教育、实用技术、科技文摘、农技讲座、农产品营养与健康、加工贮藏、市场信息等 20 多个栏目, 图文并茂, 内容丰富, 实用性强, 知识面广, 信息量大, 适合农业科技人员、管理干部、农业院校师生、农场职工、城乡知识青年等阅读。本刊为双月刊, 16 开本, 48 页, 每期定价 1.50 元, 全年 9.00 元, 国内统一刊号 CN65-1131/S, 邮发代号 58-127。也可直接汇款向本刊编辑部订阅, 地址: 新疆乌鲁木齐市胜利路 171 号, 邮编: 830001, 电话: 2865403。