



所况简介 所长致辞 现任领导 历任领导 学术委员会 学位委员会 院士 历史沿革 园区风貌 领导关怀 研究方向

机构设置

科研部门 管理系统 支撑系统 学会

成果与产业化

概况介绍 获奖 论文 专著 专利 可转化成果 成果运用

人才队伍

院士 正高级 副高级 人才计划 博士后流动站

研究生教育

概况 招生信息 导师介绍 研究生风采 毕业就业

合作交流

交流动态 国际会议

期刊文献

pedosphere 土壤学报 土壤 图书检索

科学传播

科普动态 科普文章 土壤标本馆 科普站点 土壤数据 中国土壤信息系统 科学图片 世界土壤日

信息公开

信息公开规定 信息公开指南 信息公开目录 依申请公开 信息公开年度报告 信息公开联系方式

电子政务

电子邮箱

ARP登录

网站地图

联系我们

中国科学院



- [首页](#)
- [机构概况](#)

所况简介 所长致辞 现任领导 历任领导 学术委员会 学位委员会 院士 历史沿革 园区风貌 领导关怀 研究方向

- [机构设置](#)

科研部门 管理系统 支撑系统 学会

- [成果与产业化](#)

概况介绍 获奖 论文 专著 专利 可转化成果 成果运用

- [人才队伍](#)

院士 正高级 副高级 人才计划 博士后流动站

- [研究生教育](#)

概况 招生信息 导师介绍 研究生风采 毕业就业

- [合作交流](#)

交流动态 国际会议

• 期刊文献

pedosphere 土壤学报 土壤 图书检索

• 党群园地

工作动态 形象标识 创新文库 党的建设 建党90周年 喜迎十九大 廉政建设 统战工作 工会和职代会 团委 夕阳红 增能筑梦主题活动

• 科学传播

科普动态 科普文章 土壤标本馆 科普站点 土壤数据 中国土壤信息系统 科学图片 世界土壤日

• 信息公开

信息公开规定 信息公开指南 信息公开目录 依申请公开 信息公开年度报告 信息公开联系方式

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 科技进展

• 头条新闻

• 综合新闻

• 学术活动

• 科研活动

• 科技进展

• 媒体聚焦

新闻动态

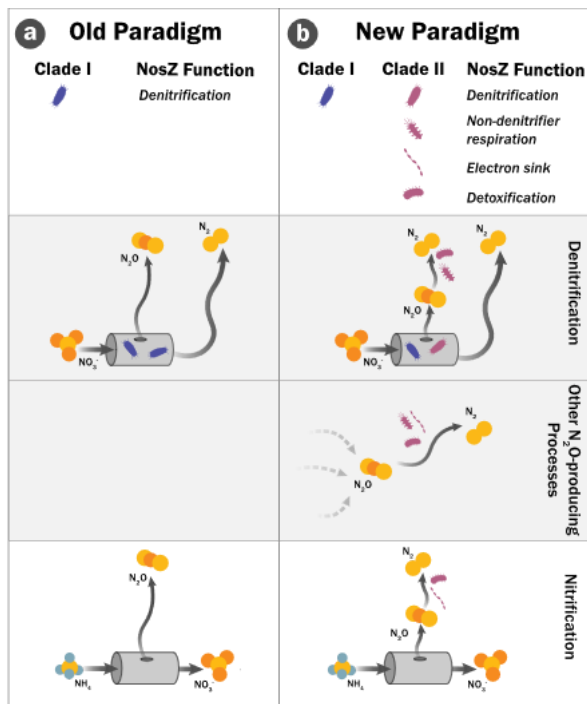
南京土壤研究所在土壤硝酸根转化过程研究方面取得进展

2021-02-09 分享到:

陆地生态系统氮循环过程中,反硝化是活性氮最终以惰性氮(N_2)形式离开土壤、水体等内生循环回归大气的最主要途径。对于农业生态系统,反硝化是农田土壤氮素损失的最主要途径,不仅降低氮肥利用率和土壤肥力,还会增加 N_2O 的排放,对气候变化产生不利影响。由于大气背景 N_2 浓度高达78%,要在如此高背景 N_2 环境下,直接和准确地测定土壤反硝化产生的微量 N_2 极其困难,极大限制了对土壤反硝化过程和机理的认识。针对上述难题,我所颜晓元课题组经过多年努力,与国际同行合作研发了基于MIMS (Membrane Inlet Mass Spectrometry)和RoFlow (Robotized continuous Flow incubation system)的水田和旱地反硝化过程的测定装置和方法体系(相关发明和实用新型专利正在受理中),上述装置和方法体系已被《土壤氮循环实验研究方法》专著收录(颜晓元等主编,科学出版社2020),为开展农田生态系统反硝化过程研究提供了关键技术支撑。利用上述装置和方法体系在水田和旱地硝酸根转化过程中取得以下进展:

1) 针对水田系统,利用MIMS和 ^{15}N 示踪手段(^{15}N 同位素配对和 $^{15}NH_4^+$ 化学氧化法),率先在同一体系下同时研究了水稻土中反硝化、Anammox和DNRA的发生速率和影响因素,并对室内泥浆 ^{15}N 加标法和土柱培养法进行了对比分析。发现反硝化是硝酸根还原的主导途径(76.9%-92.5%),Anammox和DNRA也有实质性贡献(占比分别为4.5-9.2%和0.5-17.6%);室内泥浆 ^{15}N 加标法能一定程度反应土壤原位净脱氮速率,但会显著低估(Shan et al., Environ. Sci. Technol. 2016)。进一步通过室内培养实验,明确了关键环境因子如温度、pH、有机碳、底物浓度等对土壤硝酸根还原过程动力学特征的影响,发现碳源的形态和供给及 Fe^{2+} 含量是影响这些厌氧氮转化过程的关键因素(Shan et al., Biol. Fertil. Soils 2018; Rahman/Shan et al., Environ. Pollut. 2018; 李进芳等, 农业环境科学学报 2019; 吴敏等, 土壤学报 2021),同时发现土壤和污泥中硝酸根的转化过程也对酚类有机污染物的降解转化具有潜在影响,硝基取代后的酚类有机污染物环境归趋与母体化合物具有明显差异(Wang et al., J. Hazard. Mater. 2020)。

2) 针对旱地系统,通过将RoFlow与 $^{15}N-N_2O$ site preference (SP)技术联用,揭示了集约化种植体系下果园和蔬菜地等旱地系统中碳源和硝酸根含量对反硝化速率和产物比的调节机制。发现秸秆添加可显著促进土壤 N_2O 排放和反硝化速率,但秸秆添加对反硝化的促进作用及其对反硝化产物比[$N_2O/(N_2O+N_2)$]的影响取决于土壤硝酸根的含量;通过 $^{15}N-N_2O$ SP分析显示,田间实际含水量(55-80% WFPS)情况下,细菌反硝化和硝化细菌反硝化过程是旱地系统 N_2O 产生的主导途径;在相同土壤氮含量下,秸秆添加能够显著促进 N_2O 的还原(N_2O 还原为 N_2)并提高 N_2 排放峰值,与观测到的 N_2O 还原酶(N_2OR)功能基因*nosZ*的丰度变化趋势相一致,暗示秸秆添加可能对 N_2O 还原功能微生物具有显著影响(Wu et al., 2018; Wei et al., 2020)。而目前已知*nosZ*包括两个不同的分支:较为熟知的Clade I型分支,通常为反硝化微生物携带;以及新的Clade II型分支,为多种类型微生物携带,其中大多数是非反硝化微生物。通过对2013-2019年间有关*NosZ*论文的荟萃分析发现,Clade II型 N_2O 还原微生物在影响 N_2O 排放方面具有之前未认识到的重要作用,如其可以消耗非反硝化过程产生的 N_2O 、以 N_2O 为“电子汇”清除多余电子及解除 N_2O 细胞毒害,同时Clade II型 N_2O 还原微生物还具有不同于Clade I型 N_2O 还原微生物的酶促动力学特征,且在许多生态系统的土壤中,Clade II型 N_2O 还原微生物的数量占据优势地位。基于上述认识,提出了 N_2O 还原过程中Clade I和Clade II类型微生物作用的范式图(图1),未来研究须重点关注Clade II型 N_2O 还原微生物在调节土壤 N_2O 排放中作用(Shan et al., Glob. Change Biol. 2021)。



Clade I 和 Clade II 型 N₂O 还原微生物在 N₂O 还原过程中的作用示意图

论著清单

- Shan, J., Zhao, X., Sheng, R., Xia, Y.Q., Ti, C.P., Quan, X.F., Wang, S.W., Wei, W.X., Yan, X.Y., 2016. Dissimilatory nitrate reduction processes in typical Chinese paddy soils: rates, relative contributions and influencing factors. *Environmental Science & Technology* 50, 9972-9980.
- Shan, J., Yang, P., Shang, X., Rahman, M.M., Yan, X., 2018. Anaerobic ammonium oxidation and denitrification in a paddy soil as affected by temperature, pH, organic carbon, and substrates. *Biology and Fertility of Soils* 54, 341-348.
- Rahman, M.M., Shan, J., Yang, P., Shang, X., Xia, Y., Yan, X., 2018. Effects of long-term pig manure application on antibiotics, abundance of antibiotic resistance genes (ARGs), anammox and denitrification rates in paddy soils. *Environmental Pollution* 240, 368-377.
- Wu, D., Wei, Z., Well, R., Shan, J., Yan, X., Bol, R., Senbayram, M., 2018. Straw amendment with nitrate-N decreased N₂O/(N₂O+N₂) ratio but increased soil N₂O emission: A case study of direct soil-born N₂ measurements. *Soil Biology and Biochemistry* 127, 301-304.
- 李进芳, 柴延超, 陈顺涛, 单军, 颜晓元, 2019. 利用膜进样质谱仪测定水稻土几种厌氧氮转化速率. *农业环境科学学报* 38, 1541-1549.
- 吴敏, 李进芳, 魏志军, 李承霖, 夏永秋, 单军, 颜晓元, 2021. 水稻土 Fe²⁺ 氧化耦合 DNRA 及其对氧气存在和碳源添加的响应. *土壤学报* (接受待刊, 已网络预发表).
- 颜晓元等, 2020. 土壤氮循环实验研究方法. 北京: 科学出版社 ISBN: 978-7-03-064843-3
- Wang, Y., Shan, J., Zhao, Y., Li, F., Corvini, P.F.X., Ji, R., 2020. Degradation and transformation of nitrated nonylphenol isomers in activated sludge under nitrifying and heterotrophic conditions. *Journal of Hazardous Materials* 393, 122438.
- Wei, Z., Shan, J., Chai, Y., Well, R., Yan, X., Senbayram, M., 2020. Regulation of the product stoichiometry of denitrification in intensively managed soils. *Food and Energy Security* 9, e251.
- Shan, J., Sanford, R.A., Chee-Sanford, J., Ooi, S.K., Loeffler, F.E., Konstantinidis, K.T., Yang, W.H., 2021. Beyond denitrification: the role of microbial diversity in controlling nitrous oxide reduction and soil nitrous oxide emissions. *Global Change Biology* doi: 10.1111/GCB.15545 (In press).



版权所有: 中国科学院南京土壤研究所
地址: 中国江苏南京市北京东路71号 邮编: 210008
电话: 025-86881114 传真: 025-86881000 Mail: iss@issas.ac.cn



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES