

广州地区晚季稻田 CH_4 、 N_2O 排放研究初报

杨 军¹ 贺丽萍¹ 杨 崇¹ 陈玉芬¹ 吕雪娟¹ 伍时照²

(¹ 华南农业大学测试中心, 广州 510642; ² 华南农业大学农学系)

摘要 采用广州地区农民常用施肥类型(1. 化肥; 2. 有机肥+化肥)和灌溉方式(间歇灌溉), 研究晚季稻田 CH_4 、 N_2O 排放规律及排放量。试验初步表明, 在一定的施肥量及气候条件下, 灌溉水管理是决定 CH_4 、 N_2O 排放量的较主要因素, 而这一因素对 CH_4 、 N_2O 排放量的影响互为相反, 即施肥后稻田处于灌溉淹水状态有利于 CH_4 排放而不利于 N_2O 排放; 稻田处于干湿状态有利于 N_2O 排放, 但非常不利于 CH_4 排放; 研究初步结果: 施纯化肥水稻田所排放的 CH_4 、 N_2O 总量对温室效应及地球臭氧层破坏的综合影响强度大于施有机肥加化肥水稻田。广州地区晚季稻田 CH_4 排放通量为 $7.8 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$; N_2O 排放通量为 $226 \mu\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

关键词 CH_4 ; N_2O ; 排放通量; 施肥; 水稻田

中图分类号 X 502

大气中最重要的温室气体 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 对全球气候变暖的增温贡献分别是: 60%、15%、5% (Rodhe, 1990), 这些温室气体的增加主要是人类活动的结果, 其中农业生产的贡献占相当重要的比例。据估计, 大气中 70% 的 CH_4 和 90% 的 N_2O 来源于农业活动和土地利用方式的转换等过程。目前, 对水稻田 CH_4 排放的研究报导较多, 但对稻田施氮肥土壤因硝化过程和反硝化过程而形成的 N_2O 排放研究尚少见, 而对 CH_4 、 N_2O 排放同时进行监测及研究就更少见报导。水稻是华南地区的主要粮食作物, 研究农业活动对温室气体排放量的贡献对农业生产和人类发展都有着重要的现实意义。本文报导研究广州地区农民惯常采用的两种不同施肥类型在晚季稻生长期内稻田 CH_4 、 N_2O 排放特征和排放通量。目的在于监测中国南方水稻田 CH_4 和 N_2O 较有代表性的排放通量; 研究两种施肥类型水稻田所排放的 CH_4 、 N_2O 量对温室效应的综合影响差别; 寻找既能保证稳产高产, 又能同时减少 CH_4 和 N_2O 排放量的施肥方法和栽培管理措施。

1 材料与方法

1.1 试验处理

(1) 化肥; (2) 有机肥+化肥。这两种处理均为当地农民常采用, 而尤以 (1) 更有代表性。

1.2 肥料、施肥时期、施肥量

试验用的有机肥为新鲜猪粪, 其中含水量 78.42%, 有机质 700.8 g/kg, 全氮 21.8 g/kg, 全磷 18.2 g/kg, 全钾 13.4 g/kg; 复合肥含氮, P_2O_5 , K_2O 的养分为 15—15—15。施肥时期与施肥量见表 1。

1.3 供试土壤

试验地点选在华南农业大学教学实验场, 试验区内, 每年的 3~7 月种植早稻, 7~11 月种植晚稻, 试区附近除一条公路外, 附近都种植水稻或玉米、蔬菜等农作物, 没有其他明显的人为源。供试土壤类型为潴育型的水稻土, 母质为花岗岩风化冲积和河流冲积共同形成,

表 1 施肥量和施肥时期					kg
处理	施肥类型	8 月 9 日 基肥	8 月 24 日 移栽后 12 d	9 月 1 日 移栽后 19 d	9 月 12 日 幼穗分蘖期
1	化肥	过磷酸钙 6.25	尿素 2.25	尿素 1.25	尿素 2.25
				复合肥 2.25	复合肥 5.0
				KCl 6.25	KCl 6.25
2	猪粪+化肥	新鲜猪粪 ¹⁾ 175 过磷酸钙 6.25	尿素 1.25	尿素 0.625	尿素 1.25
				复合肥 2.25	复合肥 2.25
				KCl 3.125	KCl 3.125

1) 含水量 78.42%

质地为中粘土;土壤全氮含量 1.06 g/kg, 全磷含量(P₂O₅)0.45 g/kg, 全钾含量(K₂O)21.37 g/kg, 有机质含量 26.69 g/kg, pH 值为 6.23。

1.4 试区及采样点田间布置

两处理面积均为 0.0132 hm², 田间采样点布置见图 1。

1.5 参试品种和栽培管理

参试水稻品种“粳粳 89”为广东省当前大面积种植的高产优质栽培种, 1994 年 7 月 22 日播种, 8 月 12 日移栽, 规格 1.65 cm×20 cm(2~3 苗), 11 月 10 日成熟收割, 全生育期 111 d。两处理区折每公顷产量分别为 6 456、6 420 kg, 达广东省正常产量。

两处理区均采用广州地区农民采用的间歇灌溉方式。具体操作为水稻生长前期(移栽至其后 1 个月左右)施行浅水间歇灌溉, 稻田水深基本保持 2~5 cm; 从 9 月中旬至收割, 稻田水分管理实行干湿排灌, 期间虽有灌水, 但由于水稻生长中后期经历开花、灌浆、结实的生长旺盛期, 田间耗水量大, 加之秋天干燥、蒸发快, 导致灌水后不久稻田又处于干湿状态。晚稻灌溉水深记录曲线见图 3。

1.6 采样及分析方法

采样箱尺寸:30 cm×30 cm×70 cm。采样器为体积 1 L 的钢瓶(由合作方美国波特兰州立大学提供)。整个生长期每处理采样 20 次, 在水稻的两个生长旺盛期安排采样间隔天数短些, 其外间隔天数长些。采样时间 07:00~09:00 或 17:00~19:00, 上午采样与下午采样轮流进行, 即第 1 次上午采, 第 2 次下午采, 第 3 次上午采, 依此类推。每次每处理采样 5 个。5 个样品依次编号为 0、1、2、3、4 (0 为背景样), 对应采样时间为 0、0、10、50、90 min。

所用气相色谱仪为岛津 GC-9A。测 CH₄ 载体为碳分子筛, 柱温 145℃, 检测器为 FID。测 N₂O 用 ECD(⁶³Ni)检测器, 柱长 2 m, 内径 3 mm, 填充 50~80 目 porpackQ, 柱温 70℃, 检测器温度 300℃。CH₄ 和 N₂O 标准气来自广州气体厂, N₂O 标准气经中国科学院环保所提供的标准气体校正。进样定量管体积为 5 mL。

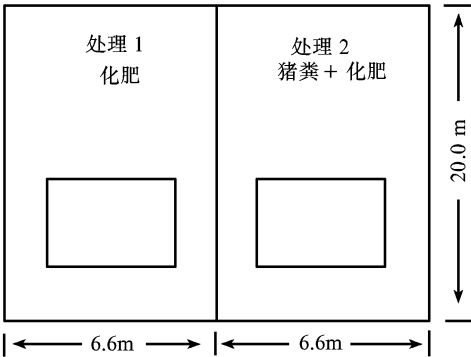


图 1 试区布局和采样点

2 结果分析

2.1 两种施肥类型 CH₄、N₂O 平均排放通量

排放通量的计算参照陈宗良(1992)的方法。结果见表 2。由于处理 1 在水稻整个生长期不施用任何有机肥,而只施尿素及复合肥等,其 CH₄ 和 N₂O 排放通量分别为 7.8 mg·(m²h)⁻¹和 226.2 μg(m²h)⁻¹。处理 2 的基肥施用有机肥猪粪,其 CH₄ 和 N₂O 排放通量分别为 16.1 mg·(m²h)⁻¹和 35.4 μg(m²h)⁻¹。处理 1 与处理 2 排放 CH₄ 之比为 1∶2.1;排放 N₂O 之比为 6.4∶1,而处理 1 与 2 所用尿素量(引起 N₂O 排放因源)之比为 1.84∶1。

2.2 广州地区晚季稻田 CH₄、N₂O 平均排放通量

由于广州地区 90%以上的农民种植水稻均施化肥,有机肥(如猪粪等)主要用于经济效益高的蔬菜种植及养鱼等,所以处理 1 的结果较能代表 1994 年广州地区的晚稻田排放通量。即 CH₄ 为 7.8 mg(m²h)⁻¹,N₂O 为 226.2 μg(m²h)⁻¹。但由于采样间隔天数较长,上述结果可能比实际排放量偏低。

2.3 两种施肥处理对温室效应的影响顺序

表 2 水稻生育期间 CH₄、N₂O 排放通量

处理编号	采样时间	样本容量	CH ₄ 排放通量/mg(m ² ·h) ⁻¹				N ₂ O 排放通量/μg(m ² ·h) ⁻¹			
			算术均值	平均算术均值	几何均值	数据有效率	算术均值	平均算术均值	几何均值	数据有效率
处理 1	7: 00—9: 00	100	7.0	9.7	7.8	95%	483.7	282.9	226.2	87%
	17: 00—19: 00		12.4				82.2			
处理 2	7: 00—9: 00	100	14.1	17.7	16.1	90%	56.0	45.9	35.4	80%
	17: 00—19: 00		21.3				35.9			

表 3 不同处理对温室效应的总影响顺序

处理编号	CH ₄		N ₂ O		CH ₄	N ₂ O
	排放通量/mg(m ² ·h) ⁻¹	影响因子	排放通量/μg(m ² ·h) ⁻¹	影响因子	总影响因子	影响顺序
处理 1	7.8	1.00	226.2	1.45	2.45	1
处理 2	16.1	2.1	35.4	0.23	2.33	2

由于两试区的施肥类型及施肥量不同,导致处理 1 的 CH₄ 排放量低而 N₂O 排放量高;处理 2 的 CH₄ 排放量高而 N₂O 排放量低。为便于比较两种处理的 CH₄、N₂O 排放量对温室效应的总影响强度,假设晚稻田施化肥区(处理 1)CH₄ 的平均排放量对温室效应的影响为 1,再根据一个 N₂O 分子对温室效应的影响等同于 50 个 CH₄ 分子,则可计算出两种处理对温室效应的总影响顺序(表 3)。

由表 3 可见,处理 1 在水稻整个生长期中所排放的 CH₄ 和 N₂O 总量对温室效应的总影响因子为 2.45,处理 2 的总影响因子为 2.33,处理 1 对温室效应的总影响大于处理 2,也就是说,就地球环境保护角度而言,处理 2 的施肥类型优于处理 1 的施肥类型。

2.4 水稻全生育期内两种施肥类型 CH₄、N₂O 排放规律

1994 年 8 月 13 日到 11 月 10 日广州晚稻两种施肥类型 CH₄、N₂O 排放曲线见图 2a、图 2b。同期稻田灌溉水深记录曲线见图 3。研究发现,在气候条件相同下,两种处理的 CH₄、

N₂O 排放均与稻田灌溉水深密切相关, 施肥类型和施肥量的不同只影响到其中的 CH₄ 或 N₂O 的排放量不同, 而 CH₄ 和 N₂O 的排放规律, 尤其排放峰期、排放峰高主要受稻田灌溉水深的影响(在施肥量一定条件下)。

2.4.1 CH₄ 排放规律 图 2 表明, 处理 1 的 CH₄ 排放期集中在生长前期的 20 d, 高峰期出现在移栽后第 15 d 的分蘖期; 处理 2 的 CH₄ 排放期集中在生长前期的 30 d, 此期间观测到三次排放高峰, 分别出现在移栽后第 5、15、25 d。此期间稻田全处于水淹状态, 水深在 7~2 cm。从移栽后第 30 d 至收割, 两处理区的 CH₄ 排放均很少甚至为零, 此期间的稻田基本处于干湿排灌, 水深在 0~2 cm, 期间虽有灌溉, 但由于植株生长旺盛期, 需水量大, 加之秋天干燥, 灌后 1~2 d 稻田又处于干湿状态。以上再次印证淹水稻田是 CH₄ 产生的必需条件, 而处理 1 的 CH₄ 排放期短和排放量少(与处理 2 比较)是由于处理 1 没有施有机肥而全施化肥, 而 CH₄ 排放量与土壤有机质成正相关系(杨军, 1996)。

2.4.2 N₂O 排放规律 向土壤施入的氮肥, 除部分被植物吸收利用外, 大部分以各种途径损失掉, 其中一部分受灌溉水的影响, 以 NO⁻₃-N 和 NH₄⁺-N 的基本形式渗漏到稻田下层或地下水中(王家玉, 1996), 有可能造成地下水污染; 一部分以

硝化过程和反硝化作用产生的 N₂O 和 N₂ 释放到大气中, 将导致地球臭氧层的明显破坏。

两个处理的 N₂O 排放规律要结合表 1 和图 2a、图 2b、图 3 看, 很明显, 施氮肥后 N₂O 的排放量、排放规律主要受稻田灌溉水管理的影响。移栽后第 12、19 d 两处理均追施尿素等, 但这两次施氮肥后两区均没有观测到 N₂O 较明显的排放峰, 原因主要是此期间稻田一直处于浅水灌溉, 水深 7~2 cm, 所施氮肥部分被水稻植株吸收, 大部分被灌溉水渗漏到下层或

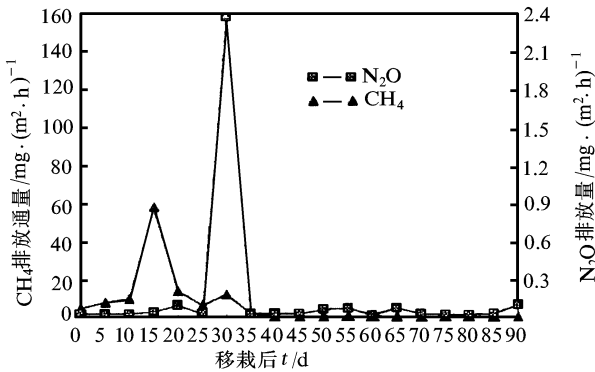


图 2a 晚稻施“化肥”区 CH₄、N₂O 排放曲线

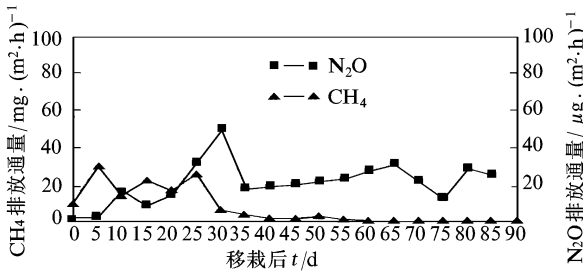


图 2b 晚稻施“猪粪化肥”区 CH₄、N₂O 排放曲线

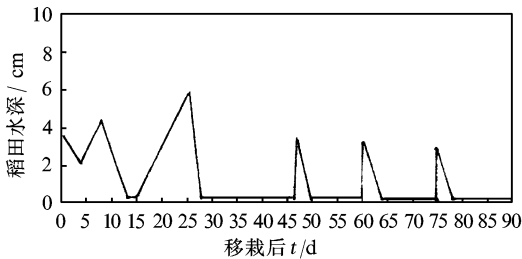


图 3 晚稻灌溉水深记录曲线

地下水中,只观测到少量的 N_2O 排放到大气中。移栽后第 31 d 第 3 次追施尿素(与第 12 d 施氮量相同)后,两个处理(尤其处理 1)均观测到 N_2O 很明显的排放高峰,经观测记录,此期间稻田处于干湿排灌,水深保持在 2~0 cm,说明所施的氮肥除被植株吸收部分外,由于稻田干湿,氮肥损失途径就主要不是渗漏淋失,而大部分以硝化和反硝化作用后以 N_2O 的形式排入大气中。

3 讨论

水稻田中 CH_4 、 N_2O 排放通量均受诸多因素的影响,不同时间和地点测定 CH_4 、 N_2O 的通量存在很大差异(宋文质,1996)。本研究结果表明,在土壤温度、土壤 pH、土壤有机质、土壤类型、耕地准备、育苗和移栽方式、施肥方式、虫害防治、水稻品种等相同的情况下, CH_4 的排放量因施肥类型不同而不同;在施肥类型一定时,只有淹水稻田才排放 CH_4 。 N_2O 的排放量与施氮量成正相关, N_2O 排放规律与稻田灌水深度密切相关,即施氮肥后稻田处于干湿状态则有大量 N_2O 释放,而此时却很少 CH_4 排放。表明灌溉水管理对 CH_4 、 N_2O 排放量的影响是互为相反,而且是主要影响因素(在施肥量一定下)。

综上所述,按当地农民的施肥量和施肥类型,在保证稳产高产的前提下,要通过调整田间管理措施(尤其灌溉水管理)来同时控制 CH_4 、 N_2O 排放量还是一个比较复杂的问题。为达到控制 CH_4 的排放量,就需少施有机肥,而为了达到一定产量,必得追施化肥,这样必然导致 N_2O 的排放;为控制 N_2O 的释放,只能减少施化肥,则可能影响产量;如果在施氮肥期,使稻田处于淹水状态可减少 N_2O 排放,但同期 CH_4 排放量又增高,而且施用的氮肥通过灌溉水渗淋到地下层或地下水,对环境同样造成污染。这是一对矛盾问题。

鉴于 CH_4 、 N_2O 排放特点,建议在水稻生长前期,土壤中有有机质较丰富时,尽量保持土壤在干湿状态,可大大减少 CH_4 排放,但同期应尽量少施化肥;而在水稻生长中后期,由于土壤中的有机肥被分解、吸收大部分,此时采用浅水灌溉,则 CH_4 排放已大大减少,再追施化肥等,可抑制相当部分 N_2O 排放,但要考虑氮肥淋失对地下水的污染。在实际农业生产中,首先要保证水稻的稳产高产,在此前提下,只有采用有机肥和化肥科学地配合施用,才用可能同时减少 CH_4 、 N_2O 的总排放量,从而减少对温室效应的影响,减轻对大气臭氧层的破坏。同时也减少对地下水环境的污染。对于水稻植株对化肥的利用率及肥料损失率和在土壤中的转化在今后工作中有待进一步深入研究。

致谢 试验过程中,得到农学系王国昌教授、实验中心孔宪扬高级实验师的大力帮助,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 王家玉,王胜佳,陈 义,等.1996.稻田土壤中氮素淋失的研究.土壤学报,33(1):28~35
宋文质,王少彬,苏维瀚.1996.我国农田土壤的主要温室气体 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 排放研究.环境科学,17(1):85~88
陈宗良,高金和,袁 怡,等.1992.不同农业管理方式对北京地区稻田甲烷排放的影响研究.环境科学研究,5(4):1~7
杨 军,陈玉芬,胡 飞,等.1996.广州地区晚季稻田甲烷排放通量与施肥影响研究.华南农业大学学报,(17):17~22
Rodhe H.1990. A compaison of the contibution of various gase to the greenhouse. Science 248: 1217~1219
(下转第76页)

SEASONAL CHANGES OF Ca UPTAKE BY MANGO FRUIT IN RELATION TO FRUIT DEVELOPMENT

Zhang Chenglin¹ Huang Huibai²

(1 College of Natural Resources & Environment, South China Agr. Univ., Guangzhou 510642;

2 Dept. of Horticulture, South China Agr. Univ.)

Abstract

The pattern of Ca^{2+} uptake and accumulation by Zhihua No.3 mango fruits was studied. Ca^{2+} accumulation in the fruit showed a single sigmoid pattern. The period of highest Ca^{2+} uptake, which accounts for about 90% of the total fruit Ca^{2+} , appeared in the rapid fruit growth stage (phase I). The fruit Ca^{2+} uptake rate was positively related to the fruit growth rate, indicating that fruit growth was the major factor that regulate Ca^{2+} uptake. The Ca^{2+} content in the peel was more than twice as much as that in the pulp and the seed. The Ca^{2+} concentration in the peel decreased approximately 20% ~ 25% with fruit growth, while it decreased about 60% in the pulp and the seed.

Key words mango; fruit; calcium uptake

(上接第66页)

PRELIMINARY STUDY ON EMISSION OF CH_4 AND N_2O OF LATE RICE PADDY FIELDS IN GUANGZHOU AREA

Yang Jun¹ He Liping¹ Yang Chong¹ Chen Yufen¹ Lu Xuejuan¹ Wu Shizhao²

(1 Centre of Instrumental Analysis South China Agr. Univ., Guangzhou 510642;

2 Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ.)

Abstract

The emission patterns and quantities of CH_4 and N_2O of late rice paddy fields were conducted in Guangzhou area. The paddy fields selected were fertilized by using chemical fertilizers (I) or chemical fertilizers plus manure (II), and periodically flood irrigated, as typically practised in the area. The results showed that emission quantities were influenced mainly by types of fertilizers, irrigation management and soil temperature. Irrigation flooding was beneficial to emission of CH_4 but detrimental to N_2O , however this trend reversed under moist soil conditions. High temperatures promoted emission of CH_4 , whereas low temperatures did that of N_2O . The emission rates for CH_4 and N_2O in rice paddy fields area measured were $7.8 \text{ mg/m}^2 \text{ h}$ and $226 \mu\text{g/m}^2 \text{ h}$ respectively.

Key words CH_4 ; N_2O ; emission flux; fertilizer application; rice paddy fields