

不同水分管理及耕作制度对广州地区稻田 CH_4 排放的影响

卢维盛¹ 张建国² 廖宗文¹ 蔡祖聪³

(1 华南农业大学资源环境学院, 广州, 510642; 2 华南农业大学农学系;

3 南京土壤研究所土壤圈物质循环开放实验室)

摘要 1994 年利用密闭箱法观测了广州地区早稻和晚稻 CH_4 的排放, 结果 CH_4 平均排放通量早稻为 $0.22 \sim 3.81 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$, 晚稻为 $0.36 \sim 17.63 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。其中淹水稻田为 $3.81 \sim 17.63 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$, 常规灌溉为 $0.22 \sim 2.84 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。表明淹水稻田 CH_4 排放显著高于常规灌溉, 晚稻高于早稻, 水旱轮作能显著减少稻田 CH_4 排放。常规灌溉 CH_4 排放明显低于国内其他稻区, 对其原因进行了初步分析。

关键词 广州地区; 稻田; 水分管理; 耕作制度; CH_4 排放

中图分类号 X 502

CH_4 是重要的温室气体之一, 它对全球气候变暖的贡献在温室气体中占第二位(15%)、仅次于 CO_2 (55%)。全球每年 CH_4 排放总量为 $5 \times 10^6 \text{ t}$, 其中 25% 来自淹水稻田。大量文献表明, 影响稻田 CH_4 排放的因素主要有土壤类型、水分管理、施肥种类等。但有关水旱轮作对稻田 CH_4 排放的影响则鲜见报道。作者研究了广州地区不同水分管理及耕作制度对稻田 CH_4 排放的影响, 为估测和控制珠江三角洲稻田 CH_4 排放提供科学依据。

1 材料与方法

试验设在广州石牌华南农业大学农场, 位于珠江三角洲地区。土壤为河流冲积物发育的水稻土, 质地为重壤, 含有机质(OM) 17.5 g/kg , 全氮 0.89 g/kg , 全磷 0.54 g/kg , 全钾 22.4 g/kg , pH (2.5 : 1) 6.1, 活性铁(Fe_2O_3) 3.5 g/kg , 活性锰(MnO) 0.06 g/kg 。前作是双季稻和一季冬种蔬菜。

1.1 试验设计及农业管理措施

试验共设计 4 个处理, 小区面积为 12 m^2 。

处理 I: 连续淹水连作种稻; 处理 II: 常规灌溉连作种稻; 处理 III: 早造种稻, 晚造旱作; 处理 IV: 早造旱作, 晚造种稻; 处理 II 和 IV 旱作分别为小白菜和茄瓜, 种稻的水分管理与处理 II 相同, 采用常规灌溉, 即前期淹水灌溉, 分蘖后期晒田, 孕穗前回水后干湿交替灌溉, 至收获前 1 周排水。处理 I 淹水灌溉, 全年保持 3 cm 以上水层。

种稻各小区施肥一致, 都不施有机肥, 化肥施用量为尿素 306 kg/hm^2 , 过磷酸钙 575 kg/hm^2 , 氯化钾 238 kg/hm^2 , 与当地农民施用水平相当。早稻为培杂七黄(两系杂交稻), 4

月 15 日插秧, 7 月 14 日收割, 大田生长期为 91 d。晚稻为常规稻 3 号, 8 月 4 日插秧, 11 月 11 日收割, 大田生长期为 100 d。栽植规格为 16 cm×25 cm。

1.2 样品的采集和分析

采样是按密闭箱法(Yagi et al, 1990)进行。早稻每隔 2 d 采样一次, 晚稻每周星期一和星期五各采样一次。采样时间为上午 8:00~10:00。采样时测出水深、土温(2 cm 土深)及 Eh(5 cm 土深)。样品由南京土壤研究土壤圈物质循环开放实验室用岛津-12A 气相色谱仪分析, 根据样品 CH₄ 浓度与时间变化曲线计算稻田 CH₄ 的排放通量。

2 结果

2.1 稻田 CH₄ 排放的季节变化

图 1 为早稻 CH₄ 排放的季节变化。很显然, 淹水处理的 CH₄ 排放显著高于常规水分管理, 呈“前低后高”的变化趋势, 种稻初期 CH₄ 排放除开始较高外, 以后逐渐下降到幼穗分化中期为最低值, 而后逐渐回升, 在抽穗期达到排放的最高峰, 又波动下降, 在收割前 10 d 急剧下降至趋于 0 排放。常规水管理的 II 区和 II 区水肥管理相同, CH₄ 排放相似, 排放通量都很低, 排水晒田后减少为 0 排放, 但抽穗后又略有增加。

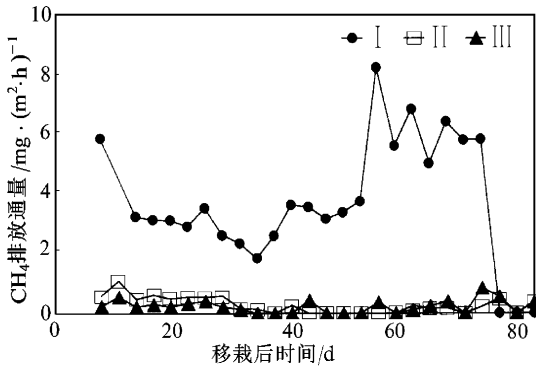


图 1 早稻田 CH₄ 排放通量的季节变化

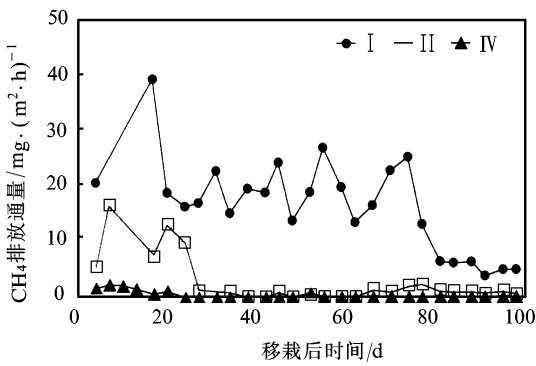


图 2 晚稻田 CH₄ 排放通量的季节变化

图 2 为晚稻 CH₄ 排放的季节变化。淹水处理 CH₄ 排放也显著高于常规水分管理。但与早稻不同, 淹水区 CH₄ 排放呈多峰型“升—降—升—降”曲线, 最高峰在分蘖盛期, 次高峰在抽穗期, 呈“前高后低”变化趋势, 收获前 2 周 CH₄ 排放急剧下降。常规水管理的 II 区和 IV 区 CH₄ 排放主要集中在幼穗分化前, 排水晒田后很低。但可以看出, 连作稻(II 区)CH₄ 排放显著高于早晚造水旱轮作(IV 区)。II 区在分蘖期有明显的 CH₄ 排放, 最高排放通量为 16.4 mg/m²·h, 抽穗后 CH₄ 排放略有回升; 而 IV 区最高排放通量仅 2.37 mg/m²·h。排水晒田后基本都为 0 排放。

2.2 CH₄ 平均排放通量和全生育期排放量

各处理 CH₄ 平均排放通量和全生育期排放量如表 1。CH₄ 平均排放通量早稻和晚稻分别为 0.22~3.81 mg/m²·h 和 0.36~17.63 mg/m²·h。全生育期 CH₄ 排放通量早稻和晚稻分别为 0.48~8.32 g/m² 和 0.86~42.31 g/m², 其中淹水稻田为 8.32~42.31 g/m², 常规水

分管理为 0.48 ~ 6.81 g/m²。很显然淹水区 CH₄ 排放量显著高于常规水分管理, 晚稻高于早稻, 并且水旱轮作(Ⅳ区)CH₄ 排放显著减少。

表 1 各处理的 CH₄ 排放

处理	早造 04—15~07—11		晚造 08—04~11—10	
	排放通量 / mg°(m ² ·h) ⁻¹	排放量 / g°m ⁻²	排放通量 / mg°(m ² ·h) ⁻¹	排放量 / g°m ⁻²
I	3.81	8.32	17.63	42.31
II	0.28	0.61	2.84	6.81
III	0.22	0.48	—	—
IV	—	—	0.36	0.86

3 讨论

3.1 稻田 CH₄ 的季节变化

淹水淹田(Ⅰ区)CH₄ 排放的季节变化早稻和晚稻不同, 前者呈双峰型, 后者为多峰型。CH₄ 排放极大值早稻出现在第 2 个峰值, 晚稻则是第 1 峰值最高, 与谢小立等(1995)结果是一致的, 与气温变化规律也是相符的。晚稻收获前淹水区 CH₄ 排放急剧下降与文献(戴爱国等, 1991)相同。上官行健等(1993)认为是土壤氧化 CH₄ 能力增加并且水稻传输 CH₄ 能力减小的结果。常规水分管理的 CH₄ 排放很低, 变化不明显, 其原因与土壤理化性质及水肥管理有关。土壤原有的有机质不高使产 CH₄ 菌缺少赖以生存和产生 CH₄ 的物质基础, 且单施化肥还会抑制产 CH₄ 菌的活性而降低 CH₄ 的产生和排放(谢小立等, 1995)。此外, CH₄ 排放低还可能与土壤活性氧化铁的含量很高有关。已有实验表明土壤中活性铁、锰对 CH₄ 排放有负相关关系(王胜春, 1996)。Tsukuki 等(1987)研究也表明, 土壤中活性氧化铁、易还原锰可能阻止土壤还原环境的形成而影响有机物的厌氧分解, 使乙酸、CH₄ 的产生受到抑制。

3.2 不同水分管理对 CH₄ 排放的影响

不同的水分管理通过影响土壤环境, 改变土壤氧化还原电位, 改变土壤的有机营养和影响 CH₄ 排放途径来影响 CH₄ 的产生, 再氧化及向大气传输的整个过程(上官行健等, 1993)。因此, 水分管理是影响 CH₄ 排放的关键因素之一。试验表明(表 1)长期淹水稻田 CH₄ 排放显著高于常规水分管理, 与文献(陈宗良等, 1992)是一致的。淹水造就了产 CH₄ 菌生存的厌氧环境, 而常规水分管理的排水晒田和干干湿湿灌溉, 使土壤表层经常接触空气, 氧化还原电位提高, 不利于产 CH₄ 菌的活动, 同时还增加了 CH₄ 的再氧化。

3.3 不同耕作制度对 CH₄ 排放的影响

不同耕作制度对稻田 CH₄ 排放也有重要的影响。试验表明(表 1), 水旱轮作的 CH₄ 排放显著减少, 原因可能是早造旱作时, 土壤通气状况改变, 产 CH₄ 菌大量死亡, 土壤的有机营养及低价铁、锰等还原物质被氧化, 导致晚稻土壤有机质较低而 Eh 较高(结果未列出), 因此 CH₄ 产生和排放减少。同样的, 早稻 CH₄ 排放低于晚稻除了气候的因素外, 还可能与早稻试验前冬种蔬菜的旱作好氧条件有关。

3.4 与其他地区稻田 CH₄ 排放的比较

本试验测得的广州地区 CH₄ 平均排放通量为 $0.22 \sim 17.63 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$, 与国外报道的多数结果 $0.4 \sim 16.2 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$ (IPCC, 1992) 相近。其中常规水管理的 CH₄ 排放较低, 平均排放通量为 $0.22 \sim 2.84 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$, 显著低于国内多数文献报道 (戴爱国等, 1991; 陈宗良等, 1992; 谢小立等, 1995)。而与国外日本 (Yagi et al, 1990) 和印度 (Parashar et al, 1994) 及国内少数结果 (陶战等, 1994) 相似。CH₄ 的单季排放量在淹水稻田为 $8.32 \sim 42.31 \text{ g/m}^2$, 常规水管理 $0.48 \sim 6.81 \text{ g/m}^2$, 也与印度淹水稻田 $8 \sim 14 \text{ g/m}^2$, 间歇灌溉 $0.1 \sim 2.1 \text{ g/m}^2$ (Parashar et al, 1994) 相近。

珠江三角洲是我国重要的粮食生产基地之一, 稻田面积 $1.317 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 普遍采用常规间歇灌溉, 淹水灌溉仅存在于排水不畅无法实行排水晒田和干湿交替灌溉的稻田, 这部分稻田只占 2.65% (李庆逵, 1992)。因此, 本试验常规水分管理的 CH₄ 排放通量可代表珠江三角洲稻田的 CH₄ 排放率。由此说明了根据杭州、四川、北京等地得出比其他国家高几倍甚至十几倍的 CH₄ 排放通量来估测我国水田的 CH₄ 排放是不可靠的。今后应加强对珠江三角洲地区起源于各种母质稻田的 CH₄ 排放的研究, 为准确估测这一地区及我国的稻田 CH₄ 排放提供更多有代表性的科学数据。

参 考 文 献

- 上官行健, 王明星, 陈德章, 等. 1993. 稻田 CH₄ 的传输. 地球科学进展, 8(5): 14~22
- 王胜春. 1996. 不同母质发育的水稻土对 CH₄ 释放的影响: [学位论文]. 广州: 华南农业大学资源环境学院
- 李庆逵主编. 1992. 中国水稻土. 北京: 科学出版社, 130~132
- 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 CH₄ 排放的影响研究. 环境科学研究, 5(4): 1~7
- 陶 战, 杜道灯, 周 毅, 等. 1994. 稻田施用沼渣对 CH₄ 排放通量的影响. 农村生态环境, 10(3): 1~5
- 谢小立, 王卫东, 上官行健, 等. 1995. 施肥对稻田 CH₄ 排放的影响. 农村生态环境, 11(1): 10~14
- 戴爱国, 王明星, 沈王兴, 等. 1991. 我国杭州地区秋季稻田的 CH₄ 排放. 大气科学, 15(1): 102~110
- IPCC. 1992. Climate change, 1992: the supplementary report to the IPCC scientific assessment. Cambridge: the University Press, 5~20
- Parashar D C, Mitra A P, Gupta P K, et al. 1994. Methane emission studies and estimate from Indian paddy soil fields. In: Ham J V, et al eds. Non-CO₂ Greenhouse Gases: Why and how to control? Dordrecht: Kluwer academic Publisher, 195~204
- Tsutsuki K, Ponnamperna F N. 1987. Behavior of anaerobic decomposition products in submerged soils. Sci Plant Nutr, 33(1): 13~33
- Yagi K, Minami K. 1990. Effect of organic matter application on methane emission from some Japanese paddy fields. Soil Sci Plant Nutr, 36: 599~610

EFFECTS OF DIFFERENT WATER MANAGEMENT AND CROPPING SYSTEM ON METHANE EMISSION FROM PADDY FIELDS IN GUANGZHOU REGION

Lu Weisheng¹ Zhang Jianguo² Liao Zhongwen¹ Cai Zucong³
(1 College of Natural Resources & Environment, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642; 2 Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ.; 3 Institute of Soil Science, Academia Sinica)

Abstract

CH₄ emission fluxes from paddy fields of early rice and late rice in Guangzhou region were measured using closed chamber method. The results showed that the mean CH₄ emission flux was 0.22~3.81 mg/m²·h and 0.36~17.63 mg/m²·h from early rice paddies and late rice paddies respectively. Among them, it was 3.81~17.63 mg/m²·h from flooded paddies and 0.22~2.84 mg/m²·h from regular water management paddies. These results indicated that CH₄ emission flux from flooded fields was remarkably higher than regular water management fields, and that from late rice paddies was higher than from early rice paddies, and rotation of rice and dry-land crop can remarkably reduced CH₄ emission from rice paddies. The CH₄ emission flux from regular water management fields was obviously lower than rice paddies in other regions of China. Factors related to the CH₄ emission were discussed.

Key words Guangzhou region; paddy field; water management; cropping system; CH₄ emission

(上接第 32 页)

INTRUDUCTION TO THE SECONDARY METABOLISM SUBSTANCES OF MELIACEOUS PLANTS AND THE STRUCTURE—ACTIVITY RELATIONS

Li Xiaodong Zhao Shanhuan
(Lab. of Insect Toxicology, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

The classification and the structure—activity relation of Limonoids extracted from the Meliaceous plants were reviewed in the paper. The compounds could be classified as 10 groups according to the ring—seco situation, and the activities against insect were primarily related to the ring—seco situation and the appearance of certain functional groups of the compounds.

Key words Meliaceous plants; limonoids; structure—activity relations