

# 广州地区早稻品种与施肥对稻田 甲烷排放通量的影响研究<sup>\*</sup>

吕雪娟<sup>1</sup> 杨 军<sup>1</sup> 陈玉芬<sup>1</sup> 杨 崇<sup>1</sup> 刘剑虹<sup>1</sup> 伍时照<sup>2</sup>

(1 华南农业大学生物技术学院, 广州, 510642; 2 华南农业大学农学系)

**摘要** 研究了广州地区早稻 2 个稻种(A. 粳籼 89 B. 汕优 63)在 2 种施肥处理(1. 有机肥+化肥; 2. 化肥)下, 各个试区的甲烷排放通量与排放规律. 研究表明:“粳籼 89”在处理 1 和处理 2 的  $\text{CH}_4$  排放通量分别为 8.1 和 1.2  $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ;“汕优 63”在处理 1 和处理 2 的  $\text{CH}_4$  排放通量分别为 4.6 和 2.5  $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ . 2 个稻种在同种施肥及常规间歇灌溉管理条件下,  $\text{CH}_4$  排放通量有一定差异. 在施肥处理 1, “粳籼 89”与“汕优 63” $\text{CH}_4$  排放通量之比为 1.76:1. 在施肥处理 2, 两者之比为 1:2. 1. 处理 1 的 2 个稻种在水稻生长前期、中期和后期都有 1 个  $\text{CH}_4$  排放高峰. 处理 2 的 2 个稻种在水稻生长前期和后期有排放高峰.

**关键词** 广州地区 早稻; “粳籼 89”; “汕优 63” 施肥;  $\text{CH}_4$  排放通量

**中图分类号** X 502

甲烷( $\text{CH}_4$ )是温室气体之一, 据估计全世界每年甲烷发生量约为 5.4 亿 t, 其中来自水稻田的  $\text{CH}_4$  约占总量的 20%~25% (崔菊, 1994). 水稻是华南地区主要的粮食作物, 每年种植早、晚两造. 1994、1995 年我们对广州地区晚季稻田  $\text{CH}_4$  排放与施肥影响进行了连续研究, 对晚稻田  $\text{CH}_4$  排放规律及排放量有一定结果. 在此基础上, 1996 年对早稻进行了研究. 由于不同稻种的生育期、施肥要求、灌溉方式、产量及米质有差异, 各地区种植稻种不同, 或同一地区也种植不同稻种, 就影响到不同稻种的种植面积. 为获取较能代表华南地区稻田  $\text{CH}_4$  排放量研究数据, 本研究设计选择参试稻种 2 个(“粳籼 89”和“汕优 63”). 它们的施肥、灌溉等农业管理和种植面积在优质稻和杂交稻中最具代表性. 采样箱规格尺寸增大, 每个处理区采样点增加 3 倍(与 1994、1995 年比较), 各区  $\text{CH}_4$  排放通量由 3 个采样点的结果平均所得. 采样间隔天数少, 因此, 1996 年的研究结果在 3 年研究中必然更有代表性. 本研究目的: ①不同稻种在相同施肥及农业管理条件下,  $\text{CH}_4$  排放通量与排放规律; ②早稻同一稻种在不同施肥类型下  $\text{CH}_4$  排放通量与排放规律, 并与 1994 年、1995 年晚稻研究结果作比较, 以其为估测和控制华南地区全年  $\text{CH}_4$  排放通量提供科学依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 施肥处理

(1) 有机肥+化肥; (2) 化肥

### 1.2 肥料、施肥时间、施肥量

试验用的有机肥为新鲜猪粪, 其中含水量为 74%; 复合肥含  $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$  养分为 15:15:

15. 施肥时期与施肥量见表 1, 施肥量为当地农民正常施肥量.

| 处理             | 施基肥量    | 施肥量     |          |          | 每公顷产量 |
|----------------|---------|---------|----------|----------|-------|
|                |         | 移栽后 5 d | 移栽后 15 d | 移栽后 29 d |       |
| I<br>(粳粳 89)   | 湿猪粪 250 | 尿素 2    | 尿素 1     | 尿素 1.25  | 7 313 |
|                |         |         | 过磷酸钙 4   | 过磷酸钙 1.5 |       |
|                |         |         | KCl 4    | KCl 2.5  |       |
| II<br>(粳粳 89)  |         | 尿素 4    | 尿素 2     | 尿素 2.5   | 6 062 |
|                |         |         | 过磷酸钙 8   | 过磷酸钙 3   |       |
|                |         |         | KCl 8    | KCl 5    |       |
| III<br>(汕优 63) | 湿猪粪 250 | 尿素 2    | 尿素 1     | 尿素 1.25  | 5 937 |
|                |         |         | 过磷酸钙 4   | 过磷酸钙 1.5 |       |
|                |         |         | KCl 4    | KCl 2.5  |       |
| IV<br>(汕优 63)  |         | 尿素 4    | 尿素 2     | 尿素 2.5   | 5 750 |
|                |         |         | 过磷酸钙 8   | 过磷酸钙 3   |       |
|                |         |         | KCl 8    | KCl 5    |       |

1.3 供试土壤  
见(杨军,1997) .

1.4 试区及采样点田间布置  
4 个试区的面积及田间采样点布置见图 1 .

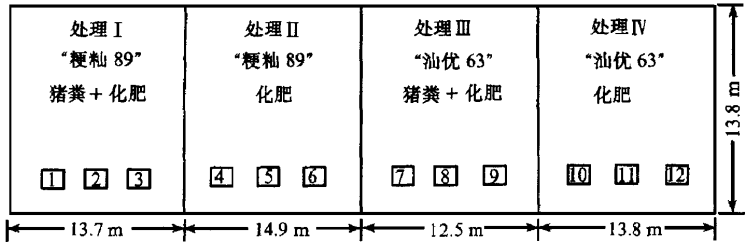


图 1 试区布局和采样点

1.5 参试品种和栽培管理

参试水稻品种“ 粳粳 89 ”和“ 汕优 63 ”.1996 年 3 月 7 日播种,4 月 8 日移栽,规格 16.5 cm × 20 cm (2~3 苗),7 月 23 日成熟,全生育期 138 d. 各处理区均采用广州地区农民采用的间歇灌溉方式(杨军,1997) .

1.6 采样及分析方法

采样箱尺寸 :(小) 140 cm × 140 cm × 50 cm,水稻移栽至第 37 d 内使用 . (大) 140 cm × 140 cm × 100 cm,移栽后第 37 d 至收割使用 .

采样器为 15 mL 气密性很好的玻璃注射器,标准气  $\varphi(\text{CH}_4) = 1.836 \times 10^{-4} \%$  ; 4 个处理区共 12 个采样点均埋设与采样箱吻合的起水封作用的塑料框槽,若稻田处于干湿状态,采样时则需另取水注入框槽中,保证箱内与箱外大气隔绝 . 以上所有设备由合作方美国波特兰州

立大学提供。每周采样 3 次,上午 8 00~12 00 采样,下午 13 00~17 00 采样,交替进行。每次采样每个处理区采 3 个空白样(采稻田土壤上方 1.8 cm 左右高度空气)。每个采样点每次采 4 个样,对应采样时间为(罩上采样箱后)3、6、9、12 min。每次采样 4 个处理区 4 个处理 12 个采样点共采 60 个样。每次采样在 12 个采样点的采样次序随机改变,以使每个采样点每次采样处于不同时间。每次采样同时记录箱内、外土壤(5 cm)温度、气温、稻田灌溉水深。

气相色谱仪及分析条件见(杨军,1996)。积分仪用 HP-135 型。

2 结果分析

2.1 早稻 2 个稻种不同施肥处理 CH<sub>4</sub> 平均排放通量

研究结果见表 2。参试品种‘粳粳 89’在施肥处理 1(有机肥+化肥)的 CH<sub>4</sub> 排放通量为 8.1 mg/(m<sup>2</sup>·h),在施肥处理 2(化肥)CH<sub>4</sub> 排放通量为 1.2 mg/(m<sup>2</sup>·h)。参试稻种‘汕优 63’在 2 种施肥处理的 CH<sub>4</sub> 排放通量分别为 4.6 和 2.5 mg/(m<sup>2</sup>·h)。

表 2 不同处理区早稻 CH<sub>4</sub> 排放通量 mg/(m<sup>2</sup>·h)

| 处理  | 采样点  | 算术均值 |      | 几何均值 | 数据有效率/% |    | 样本容量 |     |
|-----|------|------|------|------|---------|----|------|-----|
| I   | (1)  | 12.1 | 10.6 | 8.1  | 78      | 84 | 133  | 405 |
|     | (2)  | 10.3 |      |      | 91      |    | 137  |     |
|     | (3)  | 9.4  |      |      | 83      |    | 135  |     |
| II  | (4)  | 4.4  | 3.1  | 1.2  | 70      | 76 | 132  | 405 |
|     | (5)  | 3.2  |      |      | 83      |    | 135  |     |
|     | (6)  | 2.3  |      |      | 74      |    | 138  |     |
| III | (7)  | 8.8  | 7.5  | 4.6  | 75      | 85 | 135  | 405 |
|     | (8)  | 7.4  |      |      | 88      |    | 135  |     |
|     | (9)  | 5.8  |      |      | 91      |    | 135  |     |
| IV  | (10) | 5.3  | 5.9  | 2.5  | 87      | 90 | 129  | 390 |
|     | (11) | 5.1  |      |      | 91      |    | 131  |     |
|     | (12) | 7.3  |      |      | 91      |    | 130  |     |

从上面的结果看,2 个稻种在相同肥料处理及农业管理条件下,CH<sub>4</sub> 排放通量有一定差异。在施肥处理 1,‘粳粳 89’的 CH<sub>4</sub> 排放通量基本上是‘汕优 63’的 1 倍。在施肥处理 2,‘粳粳 89’的 CH<sub>4</sub> 排放通量只是‘汕优 63’的 1/2。2 个稻种在施肥处理 1 的 CH<sub>4</sub> 排放通量均高于施肥处理 2,但高出幅度不同,‘粳粳 89’在 2 种施肥处理的 CH<sub>4</sub> 排放通量之比为 3.86:1,而‘汕优 63’的两者之比为 1.84:1。

2.2 广州地区早稻田 CH<sub>4</sub> 平均排放通量

据调查,广州地区 90% 以上的农民种植水稻采用化肥、复合肥等,而选试的 2 个稻种在该地区的优质稻和杂交稻中种植面积最具代表性,因此,施肥处理 2 的结果较能代表广州地区的早季稻田的 CH<sub>4</sub> 排放通量,即 1.2~2.5 mg/(m<sup>2</sup>·h)。

2.3 2 个稻种 2 种施肥处理早稻整个生育期 CH<sub>4</sub> 的排放规律

1996 年 4 月 15 日到 7 月 23 日广州早稻的 CH<sub>4</sub> 逐日排放曲线见图 2、图 3,水稻生长期內灌溉水深记录曲线见图 4。

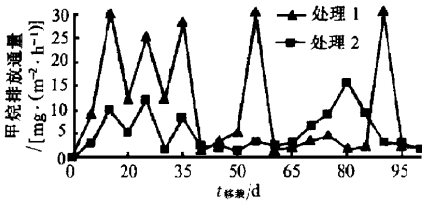


图2 “粳粳 89”在施肥处理1和处理2的  
CH<sub>4</sub> 逐日排放曲线

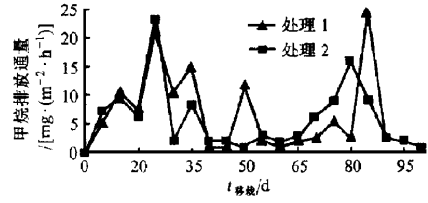


图3 “汕优 63”在施肥处理1和处理2的  
CH<sub>4</sub> 逐日排放曲线

由图2、图3、图4可见,2个稻种在同种施肥及灌溉管理条件下,CH<sub>4</sub>的排放规律一致,在施肥处理1(有机肥+化肥),2个稻种在全生育期内观测到3次排放高峰期,分别为移栽后第10~38 d、45~60 d、80~95 d,在施肥处理2,2个稻种在全生育期内观测到2个排放峰,分别为移栽后第10~40 d、80~90 d. 同一稻种在2种施肥处理下,CH<sub>4</sub>的排放高峰期及排峰的数目不同,2个稻种在施肥处理1的CH<sub>4</sub>的排放峰期长于施肥处理2. 排放量也明显高于施肥处理2.

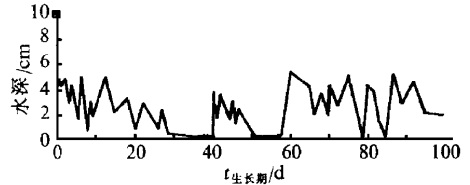


图4 水稻生长期内灌溉水深记录曲线

### 3 讨论

本研究由于采样量大,各采样点采样时间分布均匀,因此最后数据是比较准确可靠的. 试验结果表明,广州地区早季稻田2个稻种在相同的施肥和农业管理条件下,CH<sub>4</sub>排放通量有一定的差异;同一稻种不同施肥处理,CH<sub>4</sub>的排放量和排放周期也有明显差异,施“有机肥+化肥”区均高于施纯化肥区且排放周期长. 与1994、1995年连续2年对广州地区晚稻田的CH<sub>4</sub>排放研究相比较,早稻田和晚稻田的CH<sub>4</sub>排放规律及排放量均明显不同. 晚稻田CH<sub>4</sub>排放高峰期基本集中在水稻生长前期,水稻生长中、后期基本无明显的CH<sub>4</sub>排放(杨军等,1996),而早期稻田(相同稻种)在水稻生长前、中、后期都有一个明显CH<sub>4</sub>排放峰. 这是由于水稻生长中、后期广州地区正处于高温多雨天气,稻田常处于淹水状态,有利于甲烷菌活动所需的厌氧条件,从而产生CH<sub>4</sub>排放. 但是,虽然早稻田CH<sub>4</sub>的排放周期长,但从CH<sub>4</sub>的排放量的数据来看,早稻田CH<sub>4</sub>排放通量又明显比晚季稻田要低,从表2看,“粳粳 89”在2种施肥处理下,CH<sub>4</sub>排放通量分别为8.1和1.2 mg/(m<sup>2</sup>·h),大大低于晚稻田(1994年,1995年),相应施肥处理下的CH<sub>4</sub>排放通量[12、21和5、53 mg/(m<sup>2</sup>·h)](杨军,1996). 研究结果表明,稻田CH<sub>4</sub>排放受施肥种类、水稻品种、气温、淹水条件等各种因素的影响. 在实际的农业生产中,为了保持土壤肥力,我国农田不可能不施有机肥,因此,较理想的施肥方法应该是在施用化肥的基础上合理配施有机肥,改进稻田灌溉技术,以减少CH<sub>4</sub>排放. 早稻不同稻种CH<sub>4</sub>排放有一定的差异,并且早稻CH<sub>4</sub>排放量大大低于晚稻,研究结果为我们准确估测华南地区全年稻田CH<sub>4</sub>排放量具有十分重要的意义.

## 参 考 文 献

- 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(2):17~22
- 崔 菊.1994.稻田甲烷排放及其生态效益提高途径的探讨.环境保护科学,20(1):52~64
- 杨 军,贺丽萍,杨 崇,等.1997.广州地区晚季稻田  $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  排放研究初报.华南农业大学学报,18(3):52~66

## STUDY ON THE RELATION BETWEEN METHANE EMISSION AND APPLYING DIFFERENT KINDS OF FERTILIZER AND CULTIVARS IN EARLY RICE PADDY - FIELD IN GUANGZHOU AREA

Lu Xuejuan<sup>1</sup> Yang Jun<sup>1</sup> Chen Yufen<sup>1</sup> Yang Chong<sup>1</sup> Liu Jinhong<sup>1</sup> Wu Shizhao<sup>2</sup>

(1 College of Biotechnology, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642 ;

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

### Abstract

Methane ( $\text{CH}_4$ ) emission flux and emission pattern in early rice paddy - field in Guangzhou region were studied. Two rice varieties ("JX 89" and "SY 63") were cultivated and two fertilizer treatments were given: Treatment 1 - manure plus chemical fertilizer, Treatment 2 - chemical fertilizer only. The results indicated that  $\text{CH}_4$  emission flux in "JX 89" field was  $8.1 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  in treatment 1 and  $1.2 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  in treatment 2 respectively.  $\text{CH}_4$  emission flux in "SY 63" field was  $4.6 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  in treatment 1 and  $2.5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  in treatment 2 respectively. Under the same fertilizer application and rotational irrigation condition, two rice varieties showed different  $\text{CH}_4$  emission flux.  $\text{CH}_4$  emission flux in "JX89" field and "SY63" field was in the ratio of 1.76 to 1 in treatment 1 and 1 to 2.1 in treatment 2. Two rice varieties had a  $\text{CH}_4$  emission peak in early, middle and later stages of rice growth in treatment 1 respectively. While in treatment 2, two rice varieties showed a  $\text{CH}_4$  emission peak in early and later stages.

**Key words** Guangzhou region ; early rice ; "JX 89" ; "SY 63" ; fertilizer application ;  $\text{CH}_4$  emission flux

[责任编辑 李 玲]