

## 通気型非定常チャンバー法と熱収支フラックス比法による 水田におけるメタンフラックスの比較

### Comparison of methane fluxes measured by the opened unstable chamber method and the energy balance flux ratio method in a paddy field

○小谷廣通\*、小前 陽\*、松岡知美\*、須江晴香\*

ODANI Hiromichi, KOMAE Minami, MATSUOKA Tomomi, SUE Haruka

#### 1. はじめに

水田から放出されるメタン (CH<sub>4</sub>) は地球温暖化に大きな影響を及ぼす温室効果ガスであり、その放出量は正確に把握する必要がある。通常、水田における CH<sub>4</sub> の測定は閉鎖型チャンバー法が用いられる。しかし、この方法はフラックスが過小評価されるといわれている。

小谷ら (2009) は、この欠点を少しでも軽減しようとして、通気流量が大きくない開放型チャンバー法を開発した。この方法ではチャンバー内の気体の濃度変化は非定常であるため、以後この方法を通気型非定常チャンバー法と呼ぶことにする。

本研究では、水田において通気型非定常チャンバー法と熱収支フラックス比法 (小谷ら, 2012) を用いて測定された CH<sub>4</sub> フラックスを比較・検討する。

#### 2. 測定方法

##### 2.1 通気型非定常チャンバー法

滋賀県立大学圃場実験施設内の水田において、測定は、5/9/11 の移植後、5/31~9/13 の間に行った。測定頻度は、1日に30分間の測定を3、4回、週に2回程度とした。

測定には底面積 0.36m<sup>2</sup> (0.6×0.6m)、高さ 1.25m のプラスチック製チャンバーを使用した。チャンバーの上蓋のほぼ中央に設けた2ヶ所の小孔を空気の流入口、側面からチャンバー内に挿入したチューブを流出口とし、チャンバー内に通気システムを設けた。通気流量は 5L min<sup>-1</sup> とした。

\*滋賀県立大学環境科学部 School of environmental science, University of Shiga Prefecture

キーワード: 水田, メタン, チャンバー法

メタン濃度の測定は流出空気について7分間、流入空気について3分間、いずれも1秒毎に行った。これを3回繰り返し30分間の測定値とした。濃度測定は赤外線式濃度測定装置 (島津製, CGT-7000) を用いた。

##### 2.2 熱収支フラックス比法

測定は同じ水田の植被上において5/21~10/10の間に行った。

測定項目は、渦相関法による顕熱フラックス・摩擦速度、温湿度分布、純放射量、地中熱伝導量、湛水の貯留熱変化量、2高度のCH<sub>4</sub>濃度、PPFD (光合成光量子フラックス密度) および日射量である。その他、草丈、LAI、酸化還元電位を測定した。

#### 3. CH<sub>4</sub> フラックスの算定式

##### 3.1 通気型非定常チャンバー法

通気型チャンバー法による CH<sub>4</sub> フラックス  $F_c$  (mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) は次式から算定される。

$$(m_{i+1} - m_i) / \Delta t = A \cdot F_c + c_1 v - c_2 v$$

ここに、 $m_i$  は時刻  $i$  におけるチャンバー内の CH<sub>4</sub> 量 (mg)、 $m_{i+1}$  は  $\Delta t$  時間後の CH<sub>4</sub> 量、 $v$  は通気流量 (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>)、 $c_1$  と  $c_2$  はそれぞれ流入と流出空気の CH<sub>4</sub> 濃度 (mg m<sup>-3</sup>)、 $A$  はチャンバーの開口面積 (m<sup>2</sup>) である。

##### 3.2 熱収支フラックス比法

熱収支フラックス比法による CH<sub>4</sub> フラックス  $F_m$  (mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) は次式から算定される。

$$F_m = -D \rho_a \frac{\rho_{m1} / \rho_{a1} - \rho_{m2} / \rho_{a2}}{z_1 - z_2}$$

ここに、 $D$  は乱流拡散係数 (m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup>)、 $\rho_m$  は空気中の CH<sub>4</sub> 濃度 (mg m<sup>-3</sup>)、 $\rho_a$  は乾燥空気密度 (mg m<sup>-3</sup>)、 $z$  は高度 (m) である。また、添え字 1, 2 は 2 高度を表す。

## 4. 結果と考察

### 4. 1 チャンバー内 CH<sub>4</sub>濃度の変化特性

Fig.1 は7月22日 10:30~11:30における流入空気と流出空気のCH<sub>4</sub>濃度の時間的変化を示している。チャンバーの大きさに比べて通気流量が小さいため、チャンバー内のCH<sub>4</sub>濃度は閉鎖型チャンバー（非定常チャンバー）の場合と同様に時々刻々変化した。

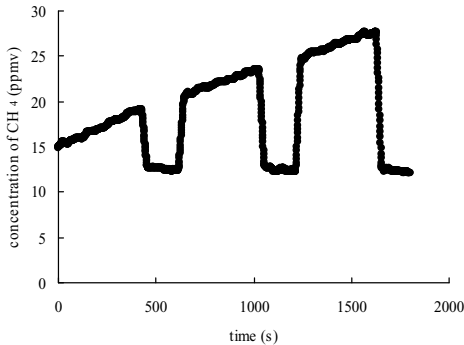


Fig.1 チャンバー内のCH<sub>4</sub>の変化 (1030~11:30, 7/22/11)

### 4. 2 $F_c$ と $F_m$ の比較

Fig.2 は  $F_c$  と  $F_m$  の関係を示している。 $F_c$  は1日の測定で得られたデータの平均値である。また、 $F_m$  は  $F_c$  の測定を行った時間帯におけるデータの平均値である。

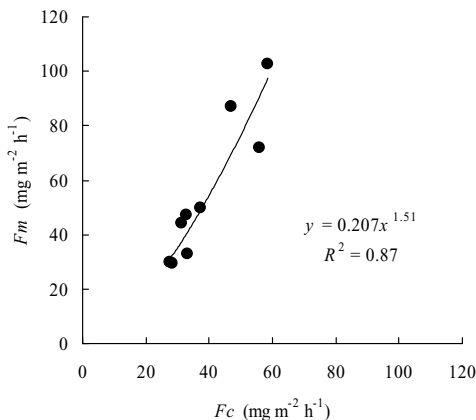


Fig.2  $F_c$  と  $F_m$  との関係

Fig.2 から次のことがわかる。フラックスが大きいとき、 $F_c$  と  $F_m$  は一致せず、 $F_c$  は  $F_m$  よりかなり小さい。また、フラックスが小さいとき、

$F_c$  と  $F_m$  は同程度の値である。

Fig.2 からわかるように、 $F_c$  と  $F_m$  の間には一定の関係が成立しそうである。 $F_m$  がゼロのとき  $F_c$  もゼロであることを考慮して、べき乗関数で近似した結果次式が得られた。

$$F_m = 0.207F_c^{1.51}$$

上式を用いて、 $F_c$  の測定値から  $F_m$  を算定することができる。

### 4. 3 比 $F_c / F_m$ と風速との関係

Fig.3 は  $F_c/F_m$  の比と植被上約 0.5m の高さにおける風速  $u$  との関係を示している。この図から、 $F_c/F_m$  の比は植被上の風速が大きくなればなるほど小さくなることがわかる。すなわち、どんな条件でも  $F_c$  は過小評価されるわけではなく、植被上の風速の大きさによって過小評価の程度が大きく影響されることがわかる。

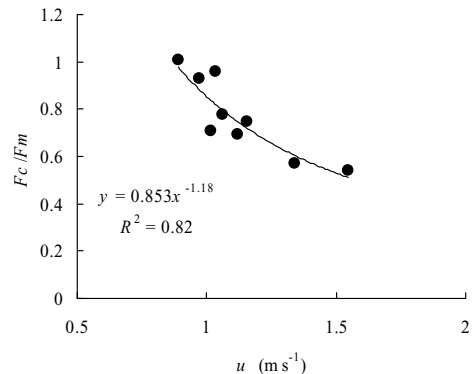


Fig.3 比  $F_c/F_m$  と風速  $u$  との関係

## 5. おわりに

今回の通風型非定常チャンバー法では通気流量がそれほど大きくないので、閉鎖型チャンバー法による CH<sub>4</sub> フラックスの測定値も、今回得られた結果と同様の傾向があると考えられる。

植被上の風速が無風に近くなると、 $F_c/F_m$  は 1 より大きくなるのだろうか、また、風速が Fig.3 に示したデータより大きくなると、 $F_c/F_m$  の比はさらに小さくなるのだろうか、今後検討したいと考えている。

文献：小谷ら(2009), 農業農村工学会大会講演要旨集；小谷ら(2012), 農業農村工学会論文集, No.278