

# 有機肥料施用畑からの温室効果ガス発生と溶脱の同時測定

Monitoring of GHG Emission and Leaching from Cropland Applied with Organic Fertilizer

中村真人<sup>1)</sup>・藤川智紀<sup>1)</sup>・柚山義人<sup>1)</sup>・前田守弘<sup>2)</sup>・太田健<sup>2)</sup>・森淳<sup>1)</sup>・山岡賢<sup>1)</sup>

Nakamura Masato, Fujikawa Tomonori, Yuyama Yoshito, Maeda Morihiro,

Oota Takeshi, Mori Atsushi and Yamaoka Masaru

**1. はじめに** 農耕地からの主要な環境負荷には、硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3^-$ -N) の溶脱による地下水汚染と温室効果ガス ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) の発生などがある。溶脱、温室効果ガス発生および作物生産は独立の関係ではなく、密接に関係しているため、それらの関係の整理を行い、生産量を維持しつつ、負荷を最小限にする栽培技術を検討する必要がある。本研究では、温室効果ガス発生量の測定を行えるように改良した、モノリスライシメータ (Fig.1) を用いた試験を行い、作物生産とそれに伴う環境への負荷の総合的評価、施用する有機肥料の与える影響の把握を行った。

**2. 試験方法** モノリスライシメータを用いた試験法は前田の方法<sup>1)</sup>に従った。設置した11本の土壌モノリス(黒ボク土)にハウレンソウを栽培し、溶脱量、溶脱成分および温室効果ガス発生量をモニタリングした。水分条件を一定とするため、2005年8月に土壌モノリスを水道水で飽和後、排水した。9月16日に降雨侵入防止フタを外し、試験を開始し、10月11日に施肥、10月24日に播種を行い、2006年3月22日に収穫を行った。試験区設定、施肥量(千葉県施肥基準準拠)はTable 1のとおりである。メタン発酵消化液は、乳牛ふんと野菜汁を原料とするものである。牛ふん堆肥は消化液と同じ乳牛ふんを原料とするもので、副資材としてオガクズを用いているため、C/N比が高めである。汚泥コンポストは副資材に籾殻を用いたコンポストである (Table 2)。各資材は窒素が25kg/10aとなるように施用し、リン酸、カリの不足分は、熔リン、塩化カリウムで補った。トレーサーとして、土壌中で  $\text{NO}_3^-$  と類似の動きをする、臭化物イオン ( $\text{Br}^-$ ) を無施肥区と化成肥料区に添加した。

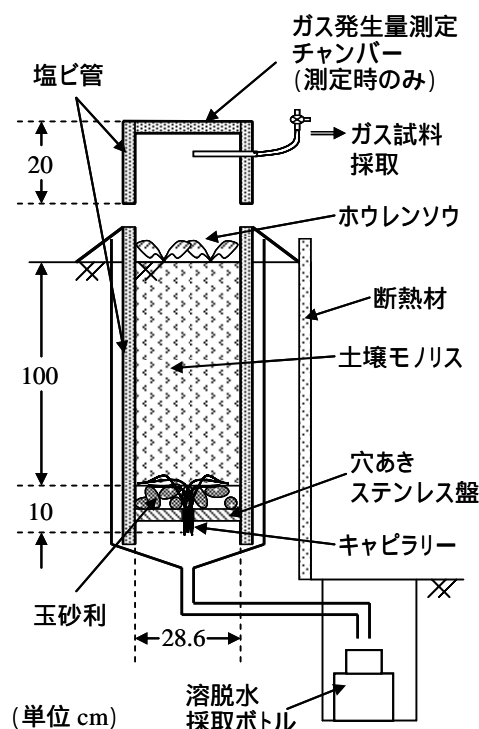


Fig.1 モノリスライシメータ  
Monolith lysimeter

Table 2 有機肥料の成分

Composition of organic fertilizers

	メタン発酵消化液	牛ふん堆肥	汚泥コンポスト
含水率	98	58.8	32.3
T-N	2400	1.4	3.5
$\text{NH}_4$ -N	1700	0.032	1.0
$\text{NO}_3$ -N	21	0.0	0.063
$\text{P}_2\text{O}_5$	1300	0.87	2.5
$\text{K}_2\text{O}$	3000	0.94	0.3
T-C	9400	42.8	35.3
C/N比	3.9	30.6	10.1

単位：消化液...mg/L,  
牛ふん堆肥・汚泥コンポスト...乾物重量%

Table 1 各区の施肥設計  
Design for fertilizer application

	無施肥区	化成肥料区	牛ふん堆肥区	メタン発酵消化液区	汚泥コンポスト区
反復数	2	3	2	3	1
施肥資材	臭化カリウム	硫安 熔リン 臭化カリウム	牛ふん堆肥 熔リン 塩化カリウム	メタン発酵消化液 熔リン	汚泥コンポスト 熔リン 塩化カリウム
施用量	カリ70kg/10a	窒素, リン酸, カリ 各25kg/10a			

1) 農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering 2) 中央農業総合研究センター National Agricultural Research Center キーワード：窒素循環, 炭素循環, 温室効果ガス, 溶脱, メタン発酵消化液, 汚泥コンポスト

溶脱水は、2週間に1度採水し、水量を測定し、水質分析を行った。分析項目はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、全窒素、Br等である。また、土壌モノリス表面からの温室効果ガスである、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)発生量はクローズドチャンバー法で測定した。測定は施肥直後では1~4日間隔、その後は2週間間隔とした。

### 3. 試験結果

**溶脱水量** Fig.2 に、試験開始からの積算降水量および積算溶脱水量を示す。76~111日目までは降雨が少なかったため、溶脱はなかった。5試験区の溶脱水量はほぼ同様に推移しており、土壌の透水性の違いが小さいといえる。溶脱量は降水量の約7割程度であり、降水のうち、およそ3割が蒸発散したものと考えられる。

**溶脱水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度** Fig.3 にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度の推移を示す。試験開始から濃度が上がり続け、180日目には50mg/L程度になった。試験開始直後の濃度が低いのは、水道水で飽和した影響であると考えられる。150日目の時点で、無施肥区と化成肥料区でBr濃度は上昇し始め、施肥された窒素も溶脱し始めていると推測されるが、無施肥区とその他の区でNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度に明確な差が出ておらず、施肥した窒素の影響は限定的であると考えられる。

**温室効果ガスの発生量** N<sub>2</sub>OおよびCO<sub>2</sub>の累積発生量をFig.4, Fig.5に示す。N<sub>2</sub>O発生量は各区とも施肥後2~4日後にピークをむかえ、施肥後2週間に施肥前のレベルに戻った。施肥から1月末までのN<sub>2</sub>O発生量は、化成肥料区、消化液区、汚泥コンポスト区、堆肥区、無施肥区の順で、それぞれ、3.7×10<sup>5</sup>(施肥したNの1.47%)、2.1×10<sup>5</sup>(同0.86%)、5.4×10<sup>4</sup>(同0.21%)、4.7×10<sup>4</sup>(同0.19%)、4.7×10<sup>4</sup> μg N<sub>2</sub>O-N/m<sup>2</sup>であった。文献値に比べてN<sub>2</sub>O発生量が少なかったが、その理由として、施肥直後の降雨、栽培期間が低温期であったことが挙げられる。特に、汚泥コンポストや堆肥は温度が低いと有機態窒素の無機化が進まないため、発生量が少なかったと考えられる。

CO<sub>2</sub>の累積発生量は、炭素を含む有機肥料を施用した区で発生量が少し多くなる傾向があったが、その差は小さく、施用した有機物による影響が、土壌自体の性質の違いなのかを判断することはできなかった。CO<sub>2</sub>に関しても、栽培期間が土壌微生物の働きが活発ではない低温期であったため、試験区間の差が小さかったのではないかと考えられる。

**参考文献** 前田(2005): 第3回環境保全型農業技術研究会「環境保全型農業を構築するための土壌肥料新技術」, pp. 46-55

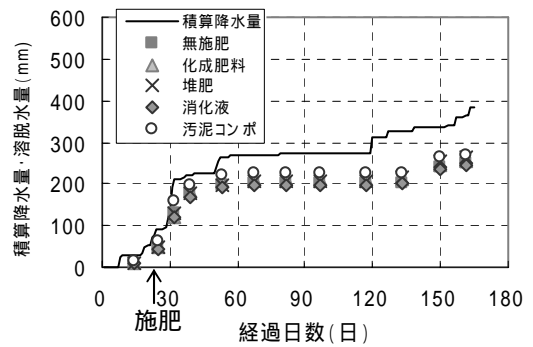


Fig.2 積算降水量と積算溶脱水量  
Cumulative precipitation and leachate

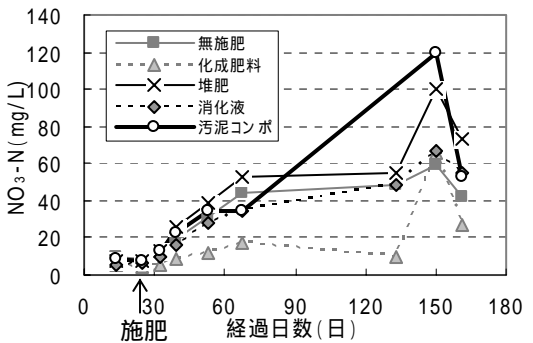


Fig.3 溶脱水中の硝酸態窒素濃度の推移  
NO<sub>3</sub>-N concentration in leachate

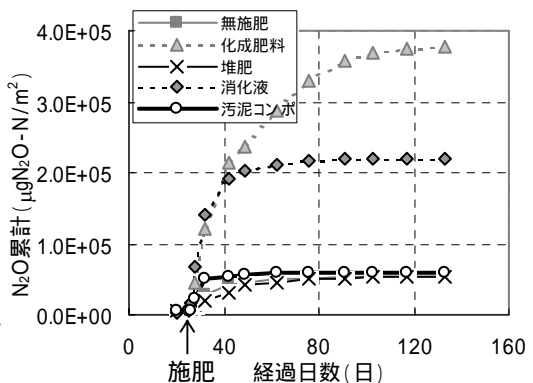


Fig.4 累積亜酸化窒素発生量  
Cumulative N<sub>2</sub>O emission

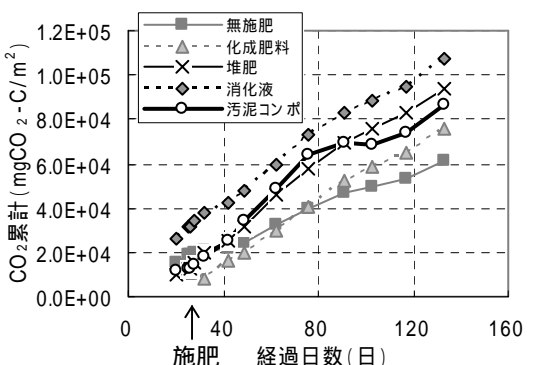


Fig.5 累積二酸化炭素発生量  
Cumulative CO<sub>2</sub> emission