

# メタン発酵消化液，農業集落排水汚泥コンポストを施用した畑地からの窒素の溶脱と温室効果ガス発生

Nitrogen Leaching and GHG Emission from Upland Field  
Applied with Digested Liquid and Rural Sewage Sludge Compost

中村真人・藤川智紀・柚山義人・山岡賢

Nakamura Masato, Fujikawa Tomonori, Yuyama Yoshito and Yamaoka Masaru

**1.はじめに** 家畜ふん尿等をメタン発酵した時の副産物である消化液は，窒素等の肥料成分を多く含み，速効性のある有機肥料として利用されている．一方，農業集落排水汚泥コンポスト（以下，汚泥コンポスト）は全国各地の施設で製造され，肥料，土壌改良資材として利用されている．これらの資材について肥料効果を検討した例はあるが，資材を施用した時の環境負荷について検討した例はほとんど見られない．そこで，本研究では想定される環境負荷のうち，各資材を畑地に施用した時の地下への窒素溶脱特性，土壌からの温室効果ガス発生特性について検討を行った．

**2.方法** 試験は Fig.1 に示す，モノリスライシメータ（不攪乱土壌を用いるライシメータ）を用いて行った<sup>1)</sup>．このライシメータの地下水位は土壌モノリスの底面に接触させたキャピラリーにより深さ 110cm に設定した．9 基のモノリスライシメータに対して無施肥区，化成肥料（硫酸）区，消化液区，汚泥コンポスト区を設定し，作物を栽培した条件での温室効果ガス発生量，窒素等の溶脱量，作物の乾物収量を測定した．各区の施肥条件，施用した資材の成分を Table 1, Table 2 に示す．無施肥区以外の各区には，千葉県施肥基準（ハウレンソウ  $N-P_2O_5-K_2O = 25-25-25 \text{ g m}^{-2}$ ，コマツナ  $N-P_2O_5-K_2O = 12-12-12 \text{ g m}^{-2}$ ）に合わせて各資材を全量基肥として施用し，作物を栽培した．各資材は窒素量を施肥基準に合わせるように施用し，リン酸，カリの不足分は，熔リン，塩化カリウムで補った．無施肥区，化成肥料区には土壌モノリス中を浸透する水の動きのトレーサとして  $Br^-$  を 2005 年秋作の施肥時に施用し施肥の影響が出始める時期を推定する判断材料とした．2005 年秋にハウレンソウ，2006 年春，夏，秋にそれぞれコマツナ，コマツナ，ハウレンソウを栽培した．浸透水は約 2 週間間隔で採水した．各試験区での窒素の溶脱量は，浸透水量と水質分析結果から算出した．土壌から大気へ揮散する温室効果ガス（亜酸化窒素 ( $N_2O$ )，メタン ( $CH_4$ )) の測定はクローズドチャンバ法を用い，施肥直後はほぼ毎日，その他の時期は 2 週間間隔で行った．試験は 2005 年 9 月 16 日に開始し，現在も継続中であるが，本稿では 2007 年 1 月末までの結果を示す．また，結果はすべて各区の平均値で示す．

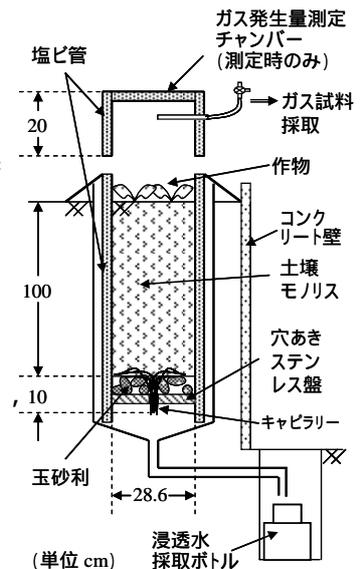


Fig.1 モノリスライシメータ  
Monolith lysimeter

Table 2 有機肥料の成分  
Composition of organic fertilizers

	メタン発酵消化液	汚泥コンポスト
含水率(%)	96.3	37.7
T-N	3428	3.6
NH <sub>4</sub> -N	1673	1.0
NO <sub>3</sub> -N	0	0.063
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	983	3.2
K <sub>2</sub> O	3412	0.50
T-C	14,595	35.6

単位：消化液...mg/L，  
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	消化液区	汚泥コンポスト区
反復数	2	3	3	1
施肥資材	臭化加カ (05秋作のみ)	硫酸，熔リン，塩化加カ (05秋作のみ臭化加カ)	消化液，熔リン，塩化カリウム	汚泥コンポスト，熔リン，塩化加カ
施用量	カリ70g/m <sup>2</sup>	千葉県施肥基準		

農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：窒素循環，亜酸化窒素，メタン，地下水汚染，メタン発酵消化液，汚泥コンポスト

### 3. 結果及び考察

**浸透水量** Fig.2 に積算降水量と全区の平均積算浸透水量の推移を示す。期間中に 1,928mm の降水があり、1,433mm がライシメータ下部から浸透した。降水の約 74% が浸透した計算となる。

**作物の乾物収量** Fig.3 に各区の乾物収量を示す。採取した土壤に元々含まれていた肥料成分の影響が大きかった 2005 年秋作は除外した。乾物収量は、消化液区と化成肥料区はほぼ同等、汚泥コンポスト区は化成肥料の 7 ~ 8 割程度であった。

**地下への窒素溶脱量** 本試験で用いた土壤モニリスは高さが 1m あり、浸透水の窒素濃度に施肥した窒素の影響が出始めるまでに時間がかかる。浸透水中の Br 濃度は積算浸透水量が約 600mm の時点でピークを迎えていたことから、積算浸透水量が約 600mm に達した時点で 2005 年秋に施肥した窒素がモニリスを通過したと判断した。Fig. 4 に積算浸透水量 600mm 以降の窒素の溶脱量を示す。浸透水量が約 1500mm の時点では消化液区の窒素溶脱量は化成肥料区よりもやや多く、消化液中の窒素は化成肥料中の窒素に比べて溶脱しやすいといえる。また、汚泥コンポスト区の窒素溶脱量は化成肥料区より少なく、汚泥コンポスト中の窒素は短期的には溶脱しにくいと考えられる。今後試験を継続し、長期的な溶脱特性を確認する必要がある。

**亜酸化窒素の発生量** 各区における亜酸化窒素の積算発生量を Fig.5 に示す。各区とも施肥直後に発生量が多く、含まれる窒素のすべてが無機態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) である化成肥料区では、特に施肥直後の発生割合が高かった。一方、有機態窒素を多く含む消化液と汚泥コンポストを施用した区では施肥直後だけでなく、春から秋にかけての高温期にも亜酸化窒素の発生がみられた。この要因は有機態窒素が徐々に分解され、その過程で発生したためであると考えられる。期間全体の亜酸化窒素発生量は化成肥料区、消化液区、汚泥コンポストの順に多く、それぞれ施肥した窒素の 0.49、0.45、0.12% に相当する。

**メタンの発生量** メタンについては全ての区で土壤からのメタンの発生はほとんどみられず、消化液や汚泥コンポストの施用は土壤からのメタンの発生に影響を与えないと判断された。

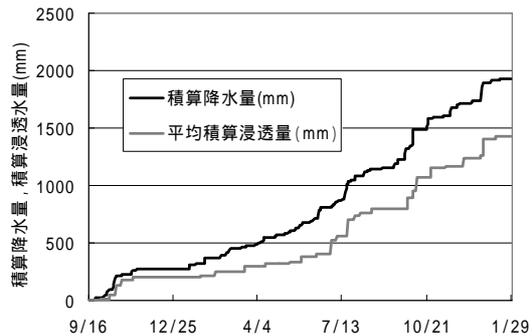


Fig.2 積算降水量と積算溶脱水量  
Cumulative precipitation and leachate

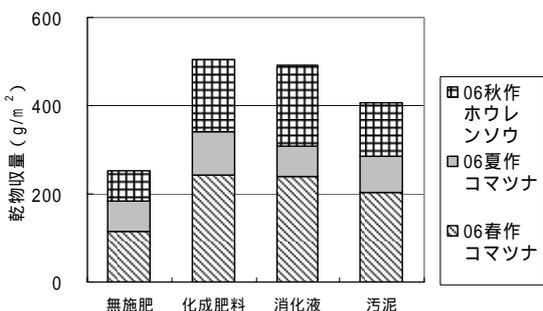


Fig.3 収穫物の乾物収量  
Dry matter yield of crop

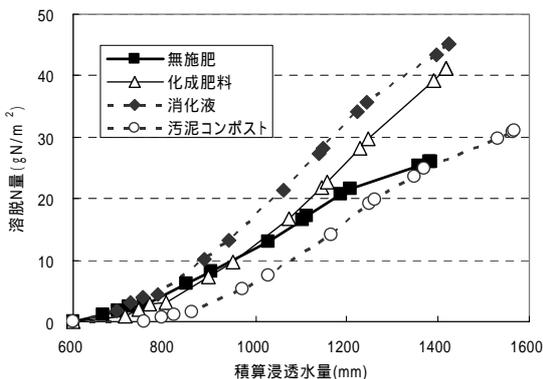
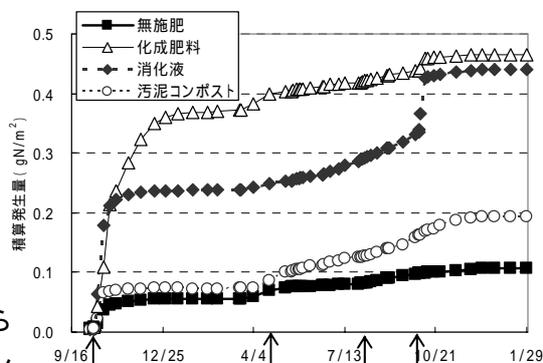


Fig.4 積算窒素溶脱量  
Cumulative leached nitrogen



は施肥日を示す

Fig.5 積算亜酸化窒素発生量  
Cumulative  $\text{N}_2\text{O}$  emission