

メタン発酵消化液の畑地における液肥利用とその環境影響

Environmental impacts of methane fermentation digested slurry as a liquid fertilizer in upland field

○中村真人*・藤川智紀***・柚山義人*・山岡賢*・清水夏樹*・阿部邦夫**・相原秀基**

NAKAMURA Masato, FUJIKAWA Tomonori, YUYAMA Yoshito, YAMAOKA Masaru, SHIMIZU Natsuki and ABE Kunio and AIHARA Hideki

1. はじめに

メタン発酵は、家畜排せつ物等からエネルギーを取り出す技術であるが、メタンとともに生成されるメタン発酵消化液（以下、「消化液」とする）の処理・利用が課題となっている。消化液は、排水処理を行った上で河川等に放流する場合と肥料成分が多く含まれる特長を活かして液肥として利用する場合がある。排水処理を行う場合には薬品等にコストがかかるという指摘がある。一方、液肥利用の場合には、散布のための十分な農地面積の確保や輸送・散布に要する労力が大きいという課題があるが、消化液に含まれる窒素等の肥料成分を有効利用でき、化学肥料使用量の削減が可能である。また、散布対象として水田と畑地があるが、畑地で利用する場合には、流し込み施用等の省力的な施肥方法が難しい反面、作物の種類が多様のため施肥時期を分散でき、労力の分散や消化液貯留槽の減容化が可能となる。本報では、消化液の畑地における液肥利用に関して、定量的評価を行った事例を報告する。

2. 千葉県香取市における実証研究の概要

著者らは、千葉県香取市に試作・設置した、乳牛ふん尿（発酵槽投入前に固液分離を行い、液分のみを原料としている）を主原料とするメタン発酵プラントである山田バイオマスプラントを対象として実証研究を行ってきた¹⁾。山田バイオマスプラントでは、消化液のほぼ全量が液肥利用されており、消化液はバキューム車（タンク容量 3.7m³）で圃場に運ばれ、液肥散布車で散布される。液肥散布車の輸送は2tトラックで行われる（Fig. 1）。本研究では、山田バイオマスプラントで生成される消化液を対象として、消化液の肥料効果、消化液を施用した畑地からの環境影響、消化液の液肥利用に伴う温室効果ガス排出（消化液の輸送・散布、消化液施用圃場からの亜酸化窒素の発生）に関して調査を行った。

3. 結果および考察

3.1 消化液の成分

山田バイオマスプラントの消化液の成分を Table 1 に示す。消化液の成分は、肥料三要素のうち、窒素とカリが多く、リン酸が少なく、含有する窒素の約半分は、速効性の成分であるアンモニア態窒素(51%)であるという特徴がある。また、消化液に含まれる有機態窒素の無機化やアンモニア態窒素の硝化の特性を把握するため、畑地条件（黒ボク土）での培養試験を行った。その結果、施用後約1ヶ月間に消化液に含まれる窒素の65%程度が硝酸態窒素となり、速効性の窒素肥料として利用できると判断された（Fig. 2）。

Table 1 消化液の成分 (pH 以外の単位は mg/L)
Composition of digested slurry

TS	41,300
pH	7.7
T-N	3,390
NH ₄ -N	1,740
NO ₃ -N	<0.3
P ₂ O ₅	1,230
K ₂ O	3,870
T-C	9,790



Fig. 1 消化液の液肥利用プロセスと本報で扱う環境影響

Process of use of digested slurry as fertilizer and environmental impacts discussed in this paper

*農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering **農事組合法人と郷園 Wagoen, Agricultural Producer's Co-operative Corporation ***東京農業大学 Tokyo University of Agriculture キーワード：肥料効果，窒素溶脱，温室効果ガス，メタン発酵

3.2 消化液の施用が畑地土壌からの温室効果ガス発生と窒素溶脱に及ぼす影響

消化液の畑地への施用に伴う環境影響を把握するため、消化液、硫酸アンモニウム（硫安）をそれぞれ施用（アンモニア揮散を抑制するために、施用後速やかに土壌と混和）したライシメータを用いて、作物への窒素吸収量、温室効果ガス発生量、窒素溶脱量を調査した²⁾。2年間の調査の結果、短期的には、消化液は硫安に近い速効性肥料として作物に利用されるとともに、無機化した窒素については、硫安と同様の窒素の溶脱特性を示すことが明らかとなった。また、消化液施用に伴う亜酸化窒素発生量は硫安を施用した場合よりやや多いと結論づけられた（Fig. 3）。試験は継続しており、5年間連用を行った場合の窒素動態や土壌に蓄積する成分に関する検討を行っている³⁾。

3.3 消化液の液肥利用に伴う温室効果ガス排出

山田バイオマスプラントでの運転実績をもとに、消化液の液肥利用に伴う温室効果ガス排出量を算出した。温室効果ガス排出量は、輸送・散布車両の燃料消費量、プラントから圃場までの距離、輸送に用いた燃料（軽油）の温室効果ガス排出係数より求めた。また、消化液施用圃場からの亜酸化窒素発生量は、3.2で示したライシメータでの測定結果を含む3箇所の圃場での実測値の平均値とした。2008年の実測値で、プラントから消化液散布圃場までの平均輸送距離は12.1kmであった。消化液の輸送・散布過程と消化液散布圃場からの温室効果ガス排出量をFig. 4に示す。液肥利用に伴う温室効果ガスの排出量の中では輸送車両からの排出の割合が高かった。そのため、排出量を削減するためには近傍圃場への散布量を増やし、輸送距離を短縮することが有効であり、輸送距離を1km短縮すれば、排出量を消化液1tあたり約0.42 kg-CO₂eq削減できる（Fig. 5）。

参考文献

- 1) 中村真人ら：メタン発酵プラントのトラブル記録と長期運転データの解析，農村工学研究所技報，No.210，pp.11-36，2010。
- 2) 中村真人ら：メタン発酵消化液の施用が畑地土壌からの温室効果ガス発生と窒素溶脱に及ぼす影響，農業農村工学会論文集，Vol.77，No.6，pp.17-26，2009。
- 3) 中村真人ら：メタン発酵消化液の長期連用が畑地土壌の窒素収支と土壌炭素蓄積に及ぼす影響，農業農村工学会大会講演会講演要旨集，2010（印刷中）。

謝辞 本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発（モデル化）（Cm3200）」の成果である。

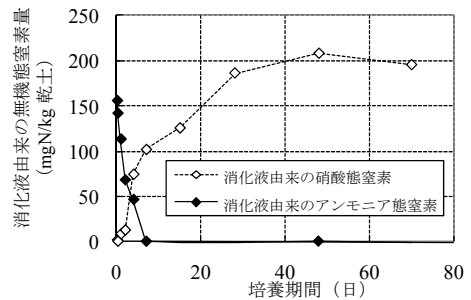


Fig. 2 培養期間と消化液由来の無機態窒素量の関係（30℃，畑地条件）
Relationship between incubation period and the amount of inorganic nitrogen derived from digested slurry

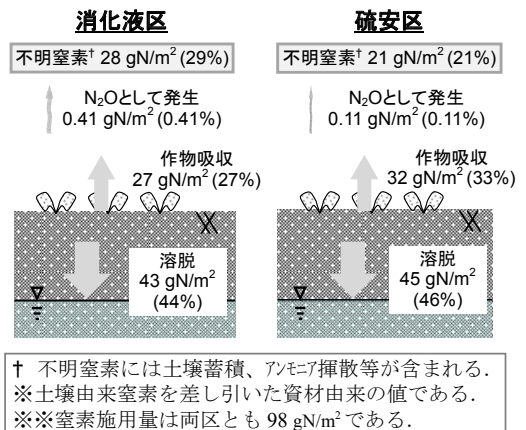


Fig. 3 消化液，硫安由来窒素の動態（2年間の連用試験）
Nitrogen behavior derived from digested slurry and ammonium sulfate

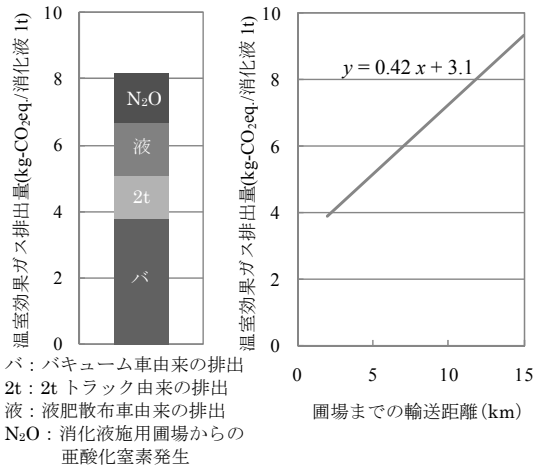


Fig. 4 液肥利用に伴う温室効果ガス排出量（山田バイオマスプラント）
GHG emissions from use of digested slurry as fertilizer

Fig. 5 圃場までの輸送距離と温室効果ガス排出量
Relationship between GHG emissions and distance to field