

メタン発酵消化液を施用したベトナム水田土壌中の窒素形態変化 Fate of nitrogen in Vietnamese paddy field soil applied methane fermentation digested slurry

○折立文子*・中村真人*・北川 巖*・山岡 賢*・柚山義人*

ORITATE Fumiko, NAKAMURA Masato, KITAGAWA Iwao, YAMAOKA Masaru and YUYAMA Yoshito

1. はじめに 家畜排せつ物等を原料とするメタン発酵消化液（以下、消化液）の液肥利用において、消化液施用後の農地における窒素動態を把握することは消化液の最適な施用量及び施用時期を決定する上で非常に重要である。著者らは JST-JICA 地球規模課題対応科学技術協力事業「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」（日本側代表機関：東京大学生産技術研究所、ベトナム国代表機関：ホーチミン市工科大学）の中で、ベトナム南部（ホーチミン市、クチ区）の水田において家畜排せつ物を主原料とするメタン発酵消化液の液肥利用を進めることになった。そこで本研究では一定条件下でのベトナムの水田土壌にメタン発酵消化液を施用した場合の土壌中窒素の無機化速度、および無機化量を日本の水田土壌の一例と比較しながらインキュベーション試験により検討する。

2. 試験方法 土壌試料は 2011 年 1 月 14 日にベトナム南部の試験圃場の水田から（以下、ベトナム土壌、植物防疫法に基づき農林水産大臣の許可を受けて輸入）、及びこの比較対象として農村工学研究所内の圃場から（以下、農工研土壌）、いずれも深さ 0~10cm から採取し 2mm ふるいにかけて土壌を用いた。メタン発酵消化液は 2011 年 6 月 3 日に家畜糞尿を主原料とする千葉県香取市の山田バイオマスプラントで採取したものをを用いた。土壌試料及び消化液の性状をそれぞれ表 1、表 2 に示す。土壌試料をそれぞれ 15g ずつ 250mL 容のポリビンに入れ、蒸留水 20mL および消化液を $\text{NH}_4\text{-N}$ として 10.44mg/100g 土となるように添加（比較対象として消化液の代わりに蒸留水を消化液と同量添加した試料をそれぞれの土壌試料について準備）、ガラス棒で攪拌した後、30°C の恒温暗所に静置し、所定時間経過後（0, 3, 7, 14, 21, 28 日後）に pH, Eh の測定および $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ の分析を行った。試験は各区それぞれ 3 反復で行った。

表 1 供試土壌の化学性

Table1 Chemical property of soil sample

	pH	EC dS/m	T-N %	T-C %
ベトナム土壌	4.42	0.11	0.401	4.45
農工研土壌	6.24	0.03	0.119	1.37

3. 結果および考察 図 1 に培養期間中の各試料中の Eh の推移、図 2 に培養期間中の各試料中の $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移を示す。培養期間中の pH についてはいずれの試料においても培養期間中に大きな変化は見られなかったためここでは図を省略する。ベトナム土壌では消化液添加の有無に関わらず、Eh が 300mV 以上で推移した試験開始 7 日目までは $\text{NH}_4\text{-N}$ の増減は見られず $\text{NO}_3\text{-N}$ の

表 2 消化液の pH, EC 及び窒素成分等

Table2 pH, EC and nitrogen concentration of digested slurry

pH	EC S/m	T-N mg/L	$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/L	$\text{NO}_3\text{-N}$ mg/L	0.5M HCl抽出
					$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/L
7.3	1.61	2523	1423	46	1647

農村工学研究所 Institute for Rural Engineering メタン発酵消化液、ベトナム、水田土壌、窒素無機化

増加がみられた（3日間で約10mg/100g程度）。この期間は土壤有機態窒素の無機化反応よりも硝化反応が卓越していたと考えられる。そして土壤のpHが低いために脱窒は起こりにくくNO₃-Nが蓄積されたと考えられる。試験開始7日目以降はEhの下降に伴い土壤中有機態窒素の分解によるNH₄-Nの生成が硝化反応を卓越し、NO₃-Nの生成が緩慢になるとともにNH₄-Nの増加・蓄積がみられたと考えられる。

各土壤の消化液添加試料から消化液無添加試料の値を差し引いた値を消化液由来窒素として結果を図3に示す。ベトナム土壤においてはNH₄-Nは添加6時間以内に5mg/100gの増加がみられた後は28日目までほぼ一定の値（15mg/100g前後）であった。添加6時間以内のNH₄-Nの増加に関しては今後検討が必要であるが、消化液中に0.5M HClで抽出可能なNH₄-Nが178ppm（本試験の土壤への添加量1.31mg/100g）あり、pHが4.42のベトナム土壤においては試験開始直後のNH₄-Nの上昇の一部にこの分の寄与が考えられる。NO₃-Nについては試験開始7日目から21日目にかけて緩やかな減少はみられたものの、21日目から28日目にかけてこの減少分の増加が起こり、試験終了時は試験開始時とほぼ同じ値となっていた。

農工研土壤においてはEhが高い培養初期にはNH₄-Nの生成がほとんどみられず土壤由来の有機態窒素の分解が進みにくいと考えられた。一方、消化液由来NH₄-Nは添加後から緩やかに減少し始め13日目以降急速に減少した。13日目まではNO₃-Nの増加がほとんど見られず、硝化されたNH₄-Nは脱窒により速やかに土壤中から失われたと考えられる。そして、13日目以降は硝化が脱窒を卓越したことによりNO₃-Nの蓄積がみられるようになったと考えられる。

今回ベトナム土壤と日本土壤では土壤および消化液由来の窒素は全く異なる動態を示し、pHや温度条件、土壤の脱窒能など検討すべき課題が多々残ったが、特に本試験に用いたベトナム土壤のような土壤においては地力を十分に評価した上での施肥設計が重要であることが示唆された。

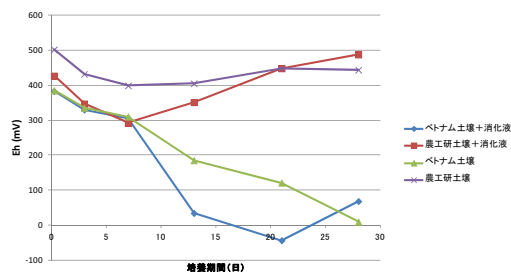


図1 培養期間中のEhの推移

Fig.1 Change of Eh in each sample during incubation

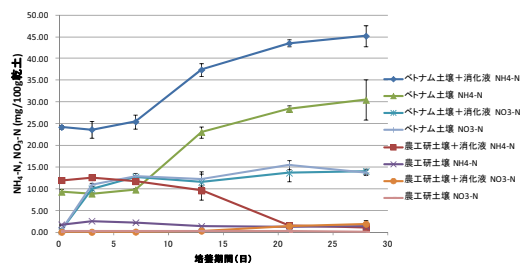


図2 各試料中のNH₄-N、NO₃-Nの推移

Fig.2 Change of NH₄-N and NO₃-N in each sample during incubation

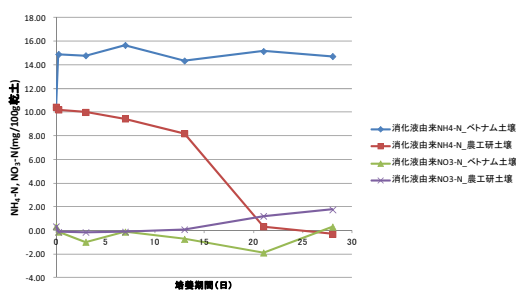


図3 各試料中の消化液由来NH₄-N、NO₃-Nの推移

Fig.3 Change of NH₄-N and NO₃-N from digested slurry in each sample during incubation