

メタン発酵消化液の土中施用が施肥後の土中窒素動態と作物収量に及ぼす影響
—水稲およびダイズを対象として—

Effects of deep fertilization of digested slurry of livestock manure on the fate of nitrogen in soil
and crop yield for rice and soybean

○折立文子*・松崎守夫**・中村真人*・藤田睦*

ORITATE Fumiko, MATSUZAKI Morio, NAKAMURA Masato and FUJITA Mutsumi

1. はじめに メタン発酵消化液の液肥利用技術として、畑作物や水稲（基肥）に広く用いられているのは表面施用法であるが、施肥後速やかに耕うんでできない場合のアンモニア揮散による窒素成分の損失、施用量が多い場合の表面流出の懸念等がある¹⁾。土中施用法は消化液を深さ約10～20cmの土中に注入する方法で、表面施用が抱えるこれらの課題を解決する。化学肥料の土中施用については、水稲²⁾やダイズ³⁾等について、土中施用が表面施用と比較して土中窒素濃度や分布および作物の生産性を向上させることが報告されている。一方、消化液の土中施用法に関して、施肥後の窒素動態や作物収量への影響について表面施用との比較のもと詳細な評価をしている例はほとんどない。そこで本研究では、水稲およびダイズを対象に消化液の土中施用を行い、施肥後の土中窒素動態と作物収量を調査した結果を報告する。

2. 方法 試験は茨城県にある農研機構内の試験圃場（黒ボク土）で実施した。品種はコシヒカリ（水稲）およびさとのほほえみ（ダイズ）である。試験区として、化成肥料施用区（“化成”）、消化液表面施用区（“表面”）、消化液土中施用区、無窒素区（“無窒素”）を設けた。土中施用区については、水稲は深さ10cmと20cmの区（“土中10”および“土中20”）、ダイズは深さ10cm（“土中10”）および深さ20cmで2倍量の窒素を施用する区（“土中20”）、さらに開発中の土中施用機を試す区（“土中0-15”）を設けた。“土中0-15”以外の土中施用区は穿孔暗渠機で試験区内に50cm間隔の溝（幅約10cm）を設け、そこに消化液注入後に土を被覆する方法とした。施肥量は水稲5kgN/10a、ダイズ3kgN/10aとした（茨城県施肥基準）。消化液の施用量は消化液のNH₄-N濃度に基づき決定し、不足するリン酸とカリは化成肥料で補填した。消化液は乳牛ふん尿を主原料とするバイオガスプラントで採取し、T-Nが約0.2%、NH₄-Nが0.13～0.17%であった。水稲は2023年3月29日に、ダイズは6月21日にそれぞれ施肥を行い、水稲は施肥の3、4、15、42、50、106日後に、ダイズは施肥の5、50、85日後に土壌採取を行い、NH₄-NとNO₃-Nの分析に供した。また、一部の試料は可給態窒素の分析も行った。土中施用区は、土中窒素濃度の分布を把握するため、土中施用箇所とそこから水平方向に10cmおよび20cm離れた3点についてそれぞれ深さ方向に10cmずつ3点のサンプリングを行った。水稲は9月14日、ダイズは11月8日に収穫時調査を行った。

3. 結果および考察 図1に水稲試験における土中窒素動態（一部抜粋）を、表1に水稲の収量および収量構成要素（一部抜粋）を示す。土中施用区では他区と比較して施用後の土中窒素が長く保持される傾向が確認された。一方、水稲移植直前の土壌の可給態窒素濃度や生育後半（中干時）の土壌の無機態窒素濃度については各処理区間で差はみられず、収量（粗玄米重）や穂数、子実窒素吸収量について土中区が他区と比較して高い傾向がみられたことを直接的に説明づけ

*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO, **農研機構中日本農業研究センター Central Region Agricultural Research Center, NARO, キーワード：資源循環, 土中施用, 窒素動態

ることは難しかった。図2にダイズ試験における土中窒素動態を、表2にダイズの収量および収量構成要素（一部抜粋）を示す。ダイズの開花期にはいずれの区でも土中窒素濃度は低くなるとともに、収量や収量構成要素についても表面施用や化成肥料施用に対する土中施用の優位性は確認できず、ダイズの生育初期に施用窒素の大部分が使われたか、溶脱した可能性が考えられた。

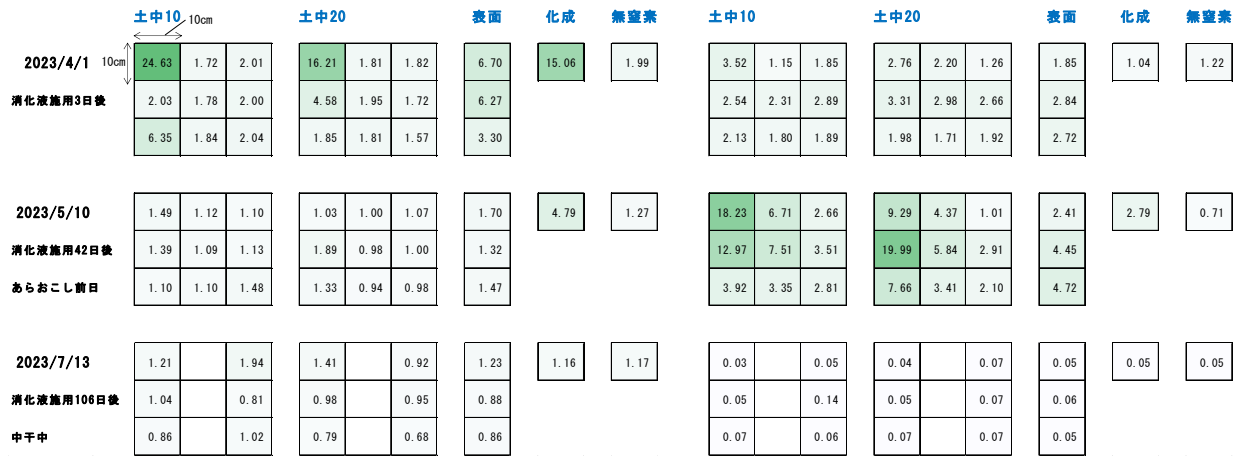


図1 水稲試験における土中窒素動態
Fate of nitrogen in soil of the experiment on rice

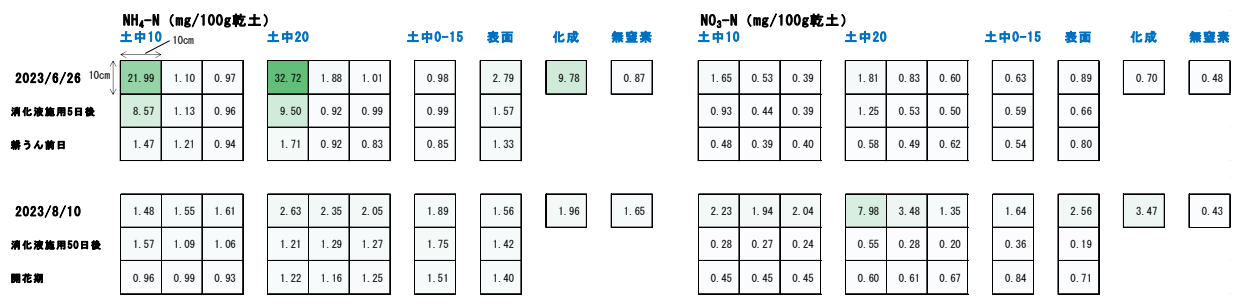


図2 ダイズ試験における土中窒素動態
Fate of nitrogen in soil of the experiment on soybean

表1 水稲の収量および収量構成要素
Yield and yield components of rice

	粗玄米重量 (g/m ²)	穂数 (/m ²)	子実窒素吸収量 (gN/m ²)
無窒素	371	221 a	3.78
化成	379	226 ab	3.91
表面	399	231 abc	4.07
土中 10	430	262 c	4.43
土中 20	455	256 bc	4.65

異なるアルファベット間には 5%水準で有意差があることを示す

表2 ダイズの収量および収量構成要素
Yield and yield components of soybean

	子実重 (g/m ²)	タンパク質含有率 (%DM)	子実窒素吸収量 (gN/m ²)
無窒素	169	42.8 a	10.9
化成	181	43.3 ab	11.9
表面	210	43.6 ab	13.9
土中 10	141	43.0 ab	9.2
土中 20	156	43.5 ab	10.3
土中 0-15	199	44.0 b	13.2

異なるアルファベット間には 5%水準で有意差があることを示す

謝辞 本研究は、農林水産省農林水産技術会議事務局の農林水産研究推進事業（脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト）の成果である。

参考・引用文献 1) 中村ら (2022) : 農業農村工学会誌 90(9), 681-685, 2) Li et al. (2021): Agronomy Journal 113, 1664-1680, 3) 高橋ら (1993) : 日本土壌肥料科学雑誌 64(3), 338-34