

消化液（バイオ液肥）の土中施用後のアンモニア揮散・一酸化二窒素生成特性
 Characteristics of NH₃ volatilization and N₂O generation after digestate application in soil

○中村真人*・北川 巖*・松崎守夫*・折立文子*・藤川智紀**

NAKAMURA Masato, KITAGAWA Iwao, MATSUZAKI Morio, ORITATE Fumiko
 and FUJIKAWA Tomonori

1. はじめに

消化液（メタン発酵の発酵残さ、「バイオ液肥」とも呼ばれる）は、みどりの食料システム戦略においても活用が推進されている資材であり、これまでは主に牧草地や水田において利用されてきた。近年、北海道ではメタン発酵導入件数の増加に伴い消化液量が増えており、より積極的に畑作での利用を進める必要がある。しかしながら、一般的に畑作物の施肥量は牧草や水稻などより多めであるため、従来の散布方法では、必要な肥料分量を1回の散布で施用することが難しく、農家にとって営農的メリットが小さい。このような状況への対応として、著者らは肥料成分であるアンモニア（NH₃）の揮散を抑制して、多量施用が可能な改良型スラリーインジェクター（以下、「インジェクター」）の開発を行っている。本研究では、インジェクターでの施用を模した条件（土中施用）における、消化液施用後のNH₃揮散と温室効果ガスである一酸化二窒素（N₂O）生成特性を把握したので報告する。

2. 方法

2.1 試験設計

消化液施用試験を茨城県つくば市の農研機構農工部門の畑地ほ場（表層黒ボク土）で実施した。試験区として、消化液のインジェクターでの施用を模した土中施用区、消化液の表面施用区、化成肥料区、無窒素区を設定した。土中施用区では幅10cm、深さ20cmの溝を90cm間隔で掘り、そこに消化液を施用し埋め戻した。基肥量は各資材7kgN/10a（消化液はアンモニア態窒素（NH₄-N）基準）とした（土中施用区は単位面積あたりの施用量が他の区と同量となるように各溝への施用量を決定）。供試した消化液は、乳牛ふん尿と食品加工残さを原料としたものであり、成分をTable 1に示す。2021年11月16日に施肥、施用13日後にロータリーで耕耘、同14日後にコムギの播種を行った。

2.2 測定方法

施肥から約2ヶ月間、土壌表面からのNH₃揮散量と土中のN₂O濃度を測定した。NH₃揮散量は長時間用検知管（3DL）を用いた簡易法を用いた。土壌に刺した割り箸の先に検知管を取り付け、土壌表面から約10cmの位置に検知管を設置、その上からチャンバ（ポリスチレン製の容量3Lのピーカー）を被せ、10~60分間のチャンバ内平均NH₃濃度を測定し、揮散速度に換算した。土中ガスはジーエルサイエンス社製採気・採水管を用いて、深さ5、10、15cmから採取し、ECD付ガスクロマトグラフでN₂O濃度を測定した。

Table 1 消化液の成分
 Composition of digestate

含水率 (%)	97.5
全窒素 (mg/L)	2,940
アンモニア態窒素(mg/L)	2,040
硝酸態窒素 (mg/L)	<0.03
リン酸 (mg/L)	697
カリ (mg/L)	2,216

*農研機構 NARO、**東京農業大学 Tokyo University of Agriculture

キーワード：スラリーインジェクター、アンモニア、一酸化二窒素、メタン発酵、資源循環

3. 結果および考察

各試験区における NH₃ 揮散速度を Fig. 1 に示す。表面施用では施肥直後の NH₃ 揮散量が多く、その後減少するものの、1 週間程度は揮散が続いた。それに対して、土中施用区では化成肥料区や無窒素区と同様、施用直後でも NH₃ 揮散は観測されなかった。土中施用は速効性肥料成分である NH₃ の損失を抑える施用方法であることが確認できた。

土中施用区における消化液施用位置周辺の N₂O 濃度分布の推移を Fig. 2 に示す。土中施用区では、消化液施用位置周辺において局所的に N₂O 濃度の上昇が見られた。これは施用位置周辺の水分量増加と NH₄-N 濃度上昇により、N₂O が発生しやすい条件が整ったためと考えられる。本研究で観測された局所的な N₂O の発生で、面積あたりの発生量への影響は限定的であるが、溝の本数を増やし、1 本の溝の施用量を少なくすることにより、水分と窒素を分散させることが N₂O 発生抑制のためには望ましいことが示唆された。一方、表面施用区、化成肥料区、無窒素区では N₂O の生成は確認できなかった。

4. NH₃ 揮散量簡易測定方法の評価（補足実験）

NH₃ 揮散量簡易測定方法の精度を評価するため、耕耘、締め固めによって、表層土壌の乾燥密度を 3 段階に調整した土壌に消化液を施用 (NH₄-N 基準 10kgN/10a) し、NH₃ 揮散量を比較した (Fig. 3)。その結果、乾燥密度が高いほど、消化液の土壌への浸透が遅く（水たまり状態の時間が長く）、NH₃ 揮散量が多かった。この結果は NH₃ 揮散メカニズムから考えた想定（液相から気相へ拡散する現象なので、液面が長く存在する状況ほど NH₃ 揮散量が多い）と整合性がある結果であった。つまり、今回用いた NH₃ 揮散量簡易測定方法は、試験区間の相対比較には十分利用できることが示された。一方、NH₃ は水へ溶解しやすく、チャンバ壁面に水滴がつきやすいこの方法で測定する NH₃ 揮散量は過小評価気味になると推察される。

謝辞 本研究は、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）(JPJ009819) 及び科研費 (20KK0147) の成果である。ここに記して、謝意を表します。

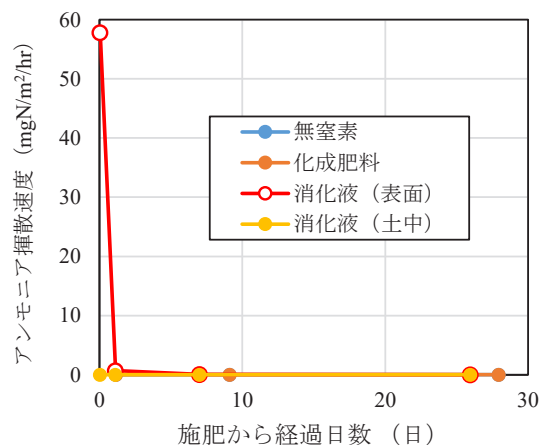


Fig. 1 NH₃ 揮散速度
NH₃ volatilization rate

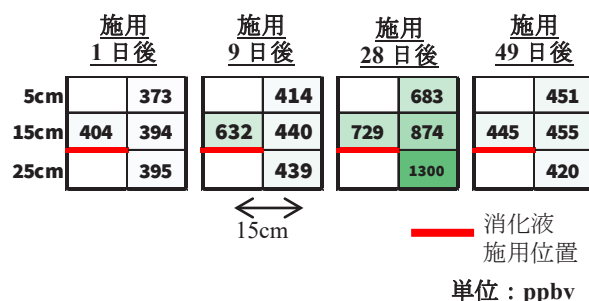
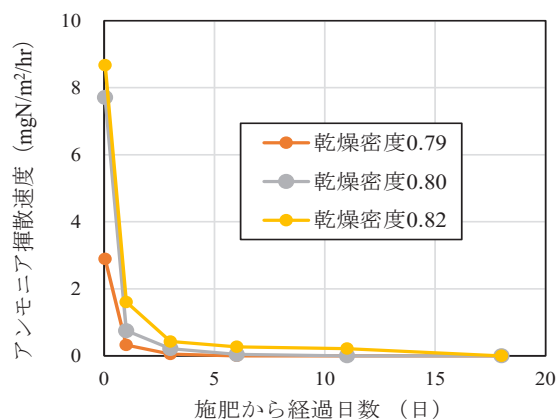


Fig. 2 土中施用区の土中 N₂O 濃度分布の推移
N₂O concentration distribution in plot with application of digestate in soil



注) 冬季の測定のため、アンモニア揮散量は少な目であった。

Fig. 3 NH₃ 揮散速度 (補足実験)
NH₃ volatilization rate (supplemental experiment)