

メタン発酵消化液投入から湛水までの期間が水田土壌中の窒素動態に及ぼす影響 Effect of the Lengths from Application of Fermentation Manure Liquid to Flooding on Fate of Nitrogen in Paddy Soil

○渡部慧子*, 中村公人*, 川島信晴*, 川島茂人*

Satoko Watanabe, Kimihito Nakamura, Nobuharu Kawashima, Shigeto Kawashima

1. はじめに 京都府南丹市では、メタン発酵施設による畜産廃棄物及び食品残渣の処理を行っている。適正な循環型社会を構築するためには、発酵消化液の農地還元が不可欠であり、イネ、畑作物の肥料としての利用が模索されている。とくに、イネは適切な時期に適切な量の施肥を行うことが生長にとって重要となる作物であるため、水田における消化液の施用管理技術の確立が急務となっている。

消化液はほぼ同量の有機態窒素とアンモニア態窒素から構成され、有機態窒素がイネにとって利用可能な無機態窒素の状態になるまでには、分解・無機化の作用を受ける必要がある。これまでの研究結果から、基肥として消化液を施用する際、有機態窒素が分解・無機化する期間を考慮する必要性が示唆されたが、実際にどの程度の期間を設けるべきか、明確には示されていない。2008年度に実施した圃場レベルでの試験は、イネが存在する条件で行われたため、土壌中の窒素濃度はイネの影響を大きく受けた結果であった。そこで、今回は同圃場の土壌を用いて、消化液施用から湛水までの期間（施肥-湛水期間）を変化させる室内培養実験を行い、イネの影響を受けない条件での土壌内窒素の形態変化を調べた。

2. 実験概要 試料は2008年4月29日に八木町水田圃場から採取し、その後25℃の恒温室内で保存した土壌を用いた。土壌は、瓶封入前に風乾し、2mmふるい通過土を供試した。消化液も同様に2mmふるいを通させ、粗大な物質を取り除いた。試験期間は2009年10月5日～11月23日までの49日間とした。乾土50g相当の土壌に、初期水分飽和度が25%になるように、消化液を加え、TN量で300mgN/kg乾土とした。これを20℃暗所条件下で所定の期間静置させ、その後、蒸留水を加えて湛水条件に変化させた。施肥から湛水までの期間は0, 7, 14, 21日の4条件（2反復）で、湛水後28日まで7日おきに土壌内窒素濃度分析を行った。分析はKCl溶液（100g/L）で土壌を振とう抽出後に0.45μmメンブレンで濾過した濾液について、TN, NH₄-N, NO₃-Nを測定した。またNCアナライザーを用いて乾燥後の土壌中の全窒素、全炭素を求めた。

3. 結果と考察

土壌中の各態窒素濃度の経時変化をFig.1に示した。図中のDONはTNからNH₄-NとNO₃-Nの値を引いた溶存態有機態窒素の値を表している。また、湛水後の各形態の窒素濃度変化を1次反応式で補間したときの速度定数をTable 1に示す。

(1)硝酸態窒素 NO₃-Nは施肥時にすでに205.8mgN/kg乾土と高い値を示し、施肥後に不飽和状態であるにもかかわらず、緩やかに減少した。湛水後の減少速度は施肥から湛水までの不飽和状態の期間（以下、施肥-湛水期間とよぶ）によって異なり、施肥-湛水期間が長いほど減少速度定数は小さかった。とくに、施肥-湛水期間が0日の場合の減少速度定数

*京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

Keywords: メタン発酵消化液, 窒素, 水田土壌, 施肥計画

は大きく、施肥と湛水を同時に行うと、脱窒が活発になると考えられる。

(2) 有機態窒素 DON 濃度は、施肥後に増加し、湛水に伴い減少した。DON は $0.45\mu\text{m}$ 以下の微細な有機態窒素成分であるため、DON の増加はより粗大な有機態窒素の分解や有機化によるものと考えられる。一方、DON の減少は上記の過程よりも無機化過程が上回ることを意味する。不飽和状態で施肥後 21 日目からは無機化が支配的になり、かつ湛水によっても無機化が支配的になることがわかる。また、湛水後の減少速度定数は施肥-湛水期間が長い方が大きかった。

(3) アンモニア態窒素 $\text{NH}_4\text{-N}$ は施肥直後に大きく減少するが、その後増加した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少する原因としては揮発が考えられる。その後、無機化によって増加し、湛水によって一度若干減少するが、再び増加に転じる。湛水後は施肥-湛水期間が長い場合に高い濃度で推移した。不飽和状態と湛水状態で $\text{NH}_4\text{-N}$ の増加速度定数に違いは見られなかった。湛水後の $\text{NH}_4\text{-N}$ の増加速度定数は施肥-湛水期間が短いほど大きい値を示した。

無機態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) の値は、施肥-湛水期間が 14 日および 21 日の場合に高く推移した。しかし、7、14、21 日の条件において無機態窒素が減少傾向を示したのに対し、0 日の場合は増加傾向を示した。

(4) 施肥-湛水期間設定の有効性 イネの吸収にとって重要な成分である湛水後の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が施肥-湛水期間を長くするほど高く推移したことから、湛水後 28 日間のイネの養分吸収には施肥-湛水期間を長く設定することが有効であるといえる。しかし、施肥-湛水期間が短いほど $\text{NH}_4\text{-N}$ 増加速度が大きいことから、湛水後 28 日以上、実験を継続した場合に、施肥-湛水期間による差は小さくなると考えられる。

4. おわりに 今後、経時的なイネの窒素吸収特性を考慮して、施肥-湛水期間を設けることの有効性を明らかにしていきたい。

謝辞 調査協力農家、八木町農業公社、八木バイオエコロジーセンターのご協力に深謝する。

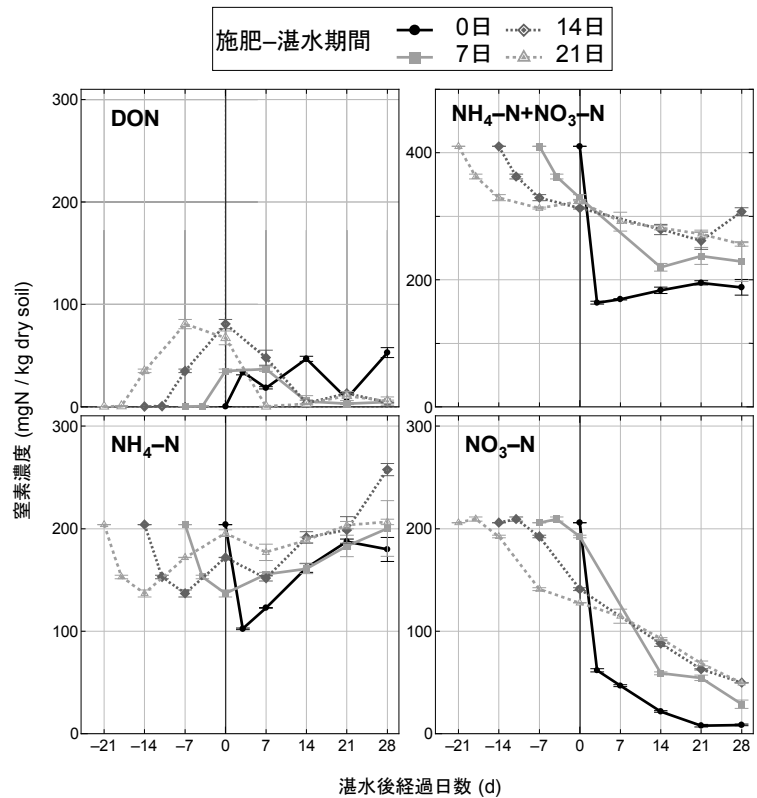


Fig.1 異なる施肥-湛水期間での土壌内各態窒素濃度変化

Changes in the concentration of each form of soil nitrogen at different lengths from manure liquid application to flooding.

Table 1 湛水後の土壌内各態窒素濃度変化の速度定数
Rate constants of changes in the concentration of each form of soil nitrogen after flooding.

	施肥-湛水期間			
	0 日	7 日	14 日	21 日
k (d^{-1})				
$\text{NO}_3\text{-N}$ (減少)	-3.12E-01	-7.12E-02	-3.67E-02	-2.84E-02
$\text{NH}_4\text{-N}$ (増加)	2.37E-02	1.36E-02	1.11E-02	8.72E-04
DON(減少)	-	-6.95E-02	-1.08E-01	-7.00E-01