

メタン発酵消化液の異なる施用時期が水田の土壤窒素動態に及ぼす影響 Effect of Timing of Application of Methane Fermentation Digested Liquid on Transformation of Soil Nitrogen of Paddy Plot

○渡部慧子*, 中村公人*, 柳 讃錫*, 飯田訓久*, 川島茂人*

Satoko Watanabe, Kimihito Nakamura, Chan Seok Ryu, Michihisa Iida, Shigeto Kawashima

1. はじめに 京都府南丹市では、メタン発酵による畜産廃棄物及び食品残渣の処理を行っているが、発酵消化液の液肥利用が持続的な施設の運営にとって不可欠な状況にある。とくに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。本地域で生成され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吸収が容易な無機態窒素になるまでには、分解・無機化の作用を受ける必要がある。そのため、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てきたが、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。そこで、3年間同一の水田圃場において、基肥の施用時期を変化させた場合の土壤中窒素濃度の変化およびイネの収量、食味を調べ、適切な施用時期について検討を行った。

2. 調査概要 京都府南丹市八木町氷室地区の水田圃場において2008～2010年の3年間、消化液施用実験を実施した。実験条件をTable 1に示す。基肥の施用時期は代掻き湛水前に3段階設定した。2008年度の施用方法は土壌内散布、2009、2010年度は表面散布（直後に耕耘）とした。穂肥はいずれも消化液を流し込みによって実施した。

圃場ごとに2カ所ずつ土壌サンプリング地点を設定し、週1回の頻度で表層土（深さ0～10cm）を採取し、土壌中窒素濃度分析を行った。分析はKCl溶液（100g L⁻¹）を土壌に添加し、1時間振とう抽出後に0.45μmメンブレンで濾過した濾液について、DTN、NH₄-N、NO₃-N（NO₂-Nを含む）濃度を測定した。DTNから無機態窒素濃度（NH₄-N、NO₃-N）を差し引いたものを溶存態有機態窒素（以下、DON）濃度として算出した。収量はGPSを搭載した収量モニタ付きコンバインを用いて土壌サンプリング地点付近の籾の乾物重を測定した。食味値は、収穫直前に食味計（RPTA11B、サタケ）によって計測した。気象観測データは気象庁の気象統計情報（京都府南丹市園部町）の値を用いた。

3. 結果と考察 2008年～2010年6月までの土壌中のNH₄-NとDONの経時変化をFig.1に示す。基肥施用直後にNH₄-Nは一時的に上昇した。2008、2009年は、その後のNH₄-Nの低下に伴い、NO₃-Nの一時的な上昇が見られた（図省略）。2008、2009年の非湛水期間中に施肥NH₄-Nの一部が硝化されたと考えられる。また、一部は有機化されたと思われる。

2010年はNH₄-N低下に伴うNO₃-N上昇が見られなかったことから、有機化が生じていたことが推測される。NO₃-Nは湛水とともに脱窒によりほぼゼロになった。NH₄-Nは代掻き湛水までに低下するが、田植え時までに上昇し、2008、2009年は約50mgN kg⁻¹、2010年は約30mgN kg⁻¹

Table 1 実験条件 Experimental condition

	2008年	2009年	2010年
基肥	代掻き前 0, 5, 11日前 (土壌内散布)	代掻き前 0, 6, 10日前 (表面散布)	代掻き前 1, 8, 15日前 (表面散布)
代掻き	5/17	5/16	5/23
田植え	5/25	5/24	5/27
穂肥	7/18	7/22, 23	7/29
収穫	9/17, 22	9/20, 21	9/18, 19
品種	キヌヒカリ	キヌヒカリ	キヌヒカリ

*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, 施用時期

に達した。この濃度上昇は有機態窒素の分解・無機化によるものと推察される。田植え後の $\text{NH}_4\text{-N}$ は一定濃度で推移し、穂肥前にかけて低下するが、2008年の0日前施肥、2009年の10日前施肥、2010年の15日前施肥は同年の他の施肥時期と比較して有意に低い値となる場合があった。

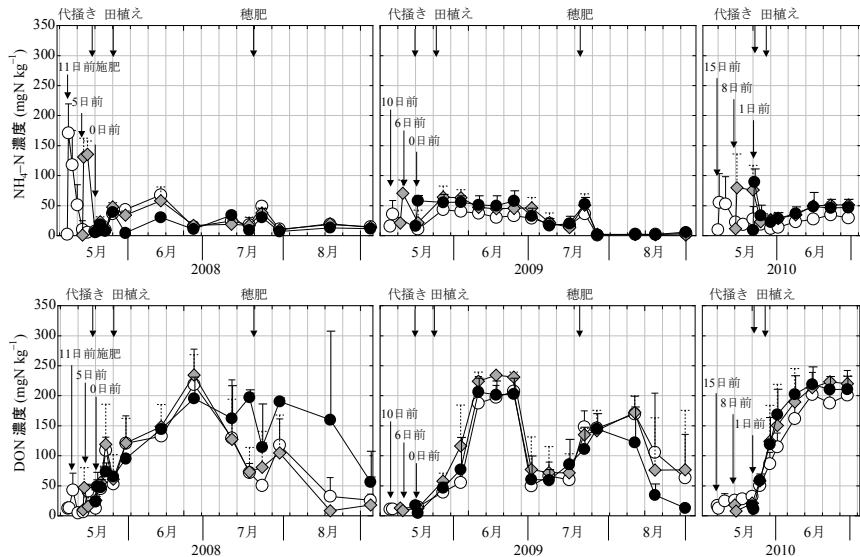


Fig.1 土壤中窒素濃度の経時変化 Temporal changes in soil nitrogen concentrations

基肥の施用時期が異なると、施肥された消化液中窒素が代掻きまでに形態変化する際の環境条件が異なるために代掻き後の濃度変化に違いが現れると考えられる。そこで、基肥から代掻きまでの気象条件(日降水量, 日平均気温, 日照時間)の各年, 各施肥時期による違いを調べたが、代掻き後の $\text{NH}_4\text{-N}$ の施肥時期による差を説明できる要因は特定できなかった。穂肥直後に $\text{NH}_4\text{-N}$ は $30\sim 50\text{mgN kg}^{-1}$ まで上昇するが、1週間後以降は低濃度で推移した。幼穂分化期以降、イネの窒素吸収量は増加すると考えられるため、穂肥以降の $\text{NH}_4\text{-N}$ は有機態窒素の分解・無機化以上にイネによる吸収量が多かったと考えられる。一方、土壌中の DON は基肥施用前での濃度は低く、2008年を除いて施肥直後の上昇が見られなかった。代掻き湛水後に濃度は上昇し、6月中旬には全年ともに 200mgN kg^{-1} 前後に達した。DONの上昇は、粗大有機物の分解により無機化しやすい有機態窒素が増加したことを表している。この上昇速度は年によって異なり、同時期の積算日照時間との関連性が見られた。7月以降、中干し開始とともに DON は低下し、低下速度もまた年によって異なった。穂肥および中干し終了に伴い濃度は上昇した。穂肥以降の DON の変化傾向は各年および各施肥時期により大きく異なったが、ばらつきも大きく、施肥時期の違いによる有意差は見られなかった。

イネの収量(籾殻を含む)は、2008年には0日前施肥で最大値($784\text{kg } 10\text{a}^{-1}$)を示したが、2009, 2010年は6~8日前施肥で最大値($811, 872\text{kg } 10\text{a}^{-1}$)を示し、施肥時期の影響は年によって異なった。食味値は収量と逆の傾向を示した。収量と食味値は、必ずしも施肥時期に依存しないことがわかった。

4. おわりに 消化液の基肥としての施用時期の違いによる土壌窒素濃度とイネの収量, 食味への影響は年によって異なった。施肥時期に関わらず、代掻き後の有機態窒素の分解・無機化によって $\text{NH}_4\text{-N}$ が生じ、イネによる吸収量を供給できたものと考えられる。今後は各窒素形態変化を定量化し、施肥時期の分散可能性について検討する予定である。

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。また, 本研究の一部は, 特別研究員奨励費(課題番号 22・4403)によって行った。