

# 異なるメタン発酵消化液を施用した水田土壌試料における窒素動態

## Nitrogen behavior in paddy soil after application of different digested liquid from methane fermentation

東 望, 飯田 俊彰

Nozomu AZUMA, Toshiaki IIDA

**1. はじめに** 農村地域でのバイオマス利用技術の一つとしてメタン発酵が世界的に注目されており, 日本でもその幅広い普及が期待されている. メタン発酵プロセスにおいて, 有機物, 窒素, リン等の塩類を多量に含むメタン発酵消化液が副生成される. 消化液は高度処理されているのが現状であるが, 資源循環の観点から化学肥料の代替として農地へ還元する手法が模索されている.

日本において大量の消化液の農地還元を考える場合, 面積から考えて水田を対象とすることが現実的である. また消化液は多量に有機態窒素を含み, 更にはメタン発酵に用いる原料によって消化液の有機態窒素含有率は変化するため, 農地への投入時期や量を決定する際, さまざまな有機態窒素含有率の消化液で窒素成分の挙動を把握する必要がある. 特に有機態窒素の無機化にかかる時間を把握することは大変重要である. そこで, 消化液を水田土壌に投入したときの窒素成分の形態変化を把握するため, 異なる3ヶ所で副生成された消化液を飽和状態の水田土壌試料に添加し, 各態窒素濃度の経時変化を測定した.

**2. 方法** 水田土壌試料には, 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場水田試験地において 2008年10月に深さ0~10cmから採土し, 2mmふるいにかけてのものを用いた. 消化液には熊本県山鹿市, 京都府南丹市, 北海道鹿追町の3ヶ所で副生成された有機態窒素成分含有率の異なるものを用いた (Table 1, Fig.1). 試料封入容器として容量250mlのPP容器を用いた. 容器に風乾土50gを入れ, T-N量が約5mgとなるよう3種の消化液を10倍希釈して添加し, それぞれ山鹿区, 南丹区, 鹿追区とした. さらに湛水深が5.4cmとなるよう蒸留水を添加した後, 反応が均一となるよう攪拌した (Fig.2). また対照区として蒸留水のみを添加した場合 (蒸留区), 硫酸アンモニウム溶液を添加した場合 (硫酸区) についても実験を行った. これらを約20℃の恒温暗所に静置し, 添加後2, 4, 7, 13, 21,

**Table 1** 消化液の窒素成分 (mgN L<sup>-1</sup>)  
Nitrogen concentrations of digested liquid from methane fermentation

	T-N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N
山鹿市	2179.8	1928.8	33.2	200.8
南丹市	2206.3	1327.1	40.1	819.6
鹿追町	3046.2	2385.4	62.1	588.4



**Fig.1** 3種類の消化液

3 kinds of different digested liquid from methane fermentation



**Fig.2** 試料封入容器

Sample enclosed vessel

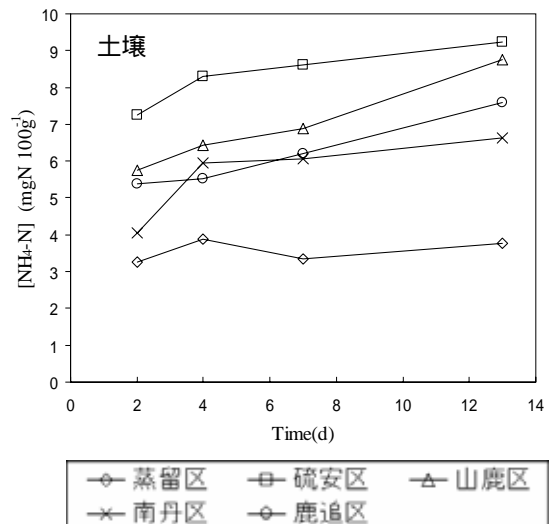
28 日後に湛水と土壌中のそれぞれの窒素成分を分析した。土壌は遠沈管に入れて 0.02 mol L<sup>-1</sup>塩化カリウム溶液で抽出し、振とう器にかけ 1 時間振とうさせた。その後遠心機を用いて 800 rpm で 15 分間遠心分離し、遠心分離後の上澄み液を分析して、土壌水中の水溶態と土壌粒子に吸着している吸着態の合計窒素量を得た。分析の際に試料を孔径 0.45 μm のメンブレンフィルタでろ過したため、懸濁態の成分は除去されている。実験は各区それぞれ 2 反復行った。

**3. 結果と考察** 添加後 13 日目までの土壌中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化を Fig.3 に示す。蒸留区および硫安区においては、この期間中 NH<sub>4</sub>-N 濃度はほぼ変動しなかったことから、土壌中では NH<sub>4</sub>-N がほぼ形態変化しなかったことが推察される。消化液 3 区においては添加直後から NH<sub>4</sub>-N 濃度は増加した。3 区の間で比較すると、山鹿区、鹿追区においてはほぼ一定の割合で増加したのに対し、南丹区においては 2 日後から 4 日後にかけて急激に増加したが、その後他の 2 区と比べると増加率が小さかった。このことから、南丹区の消化液には 2 日後から 4 日後までに分解される有機態窒素が、山鹿区、鹿追区の消化液に比べて多く、また、山鹿区、鹿追区の消化液には 4 日後から 13 日後までに分解される有機態窒素が、南丹区の消化液に比べ多く存在することが示唆された。

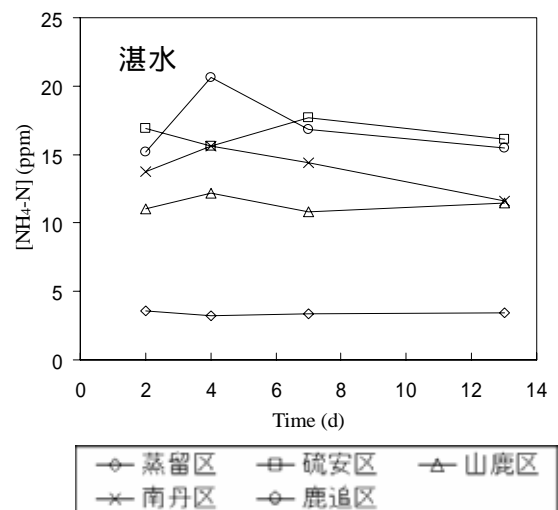
実験開始から 13 日目までの湛水中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化を Fig.4 に示す。蒸留区においては、この期間中 NH<sub>4</sub>-N 濃度はほぼ変動しなかった。他の 4 区について 2 日後から 4 日後にかけての NH<sub>4</sub>-N 濃度の変動に注目すると、硫安区においては減少したのに対し、消化液の 3 区においては増加した。しかし、どの区においても 7 日後には 2 日後の濃度レベルに戻り、その後ほぼ同じ濃度で推移した。土壌中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化と比べると、湛水中の NH<sub>4</sub>-N 濃度は添加後 13 日目までは初期濃度とほぼ変わらずに推移した。有機態窒素は主に土壌中で分解されると考えられ、この期間中に湛水の NH<sub>4</sub>-N 濃度に影響を与えることはなかったと考えられる。

**4. おわりに** 本実験では、飽和状態の水田土壌試料に異なる 3 種類の消化液を添加したところ、添加後 13 日目までの土壌水中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化から山鹿市、鹿追町と南丹市の消化液の間で分解性の違う有機態窒素が含まれることが示唆された。

今回は NH<sub>4</sub>-N 濃度に着目した考察を行ったが、今後 T-N、NO<sub>3</sub>-N の濃度変化についても考察する予定である。



**Fig.3** 土壌中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化  
NH<sub>4</sub>-N concentration in soil



**Fig.4** 湛水中の NH<sub>4</sub>-N 濃度変化  
NH<sub>4</sub>-N concentration in flood water