

# メタン発酵消化液を施用した黒ボク土畑からの窒素の溶脱特性

Nitrogen leaching from andosol upland field applied  
with methane fermentation digested liquid

中村真人\*・藤川智紀\*\*・柚山義人\*・山岡賢\*

Nakamura Masato, Fujikawa Tomonori, Yuyama Yoshito and Yamaoka Masaru

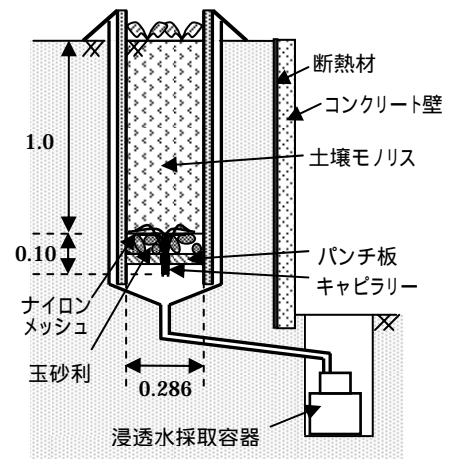
## 1. はじめに

メタン発酵消化液(以下、「消化液」)は、家畜ふん尿等をメタン発酵した時に、メタンガスとともに生成される液体であり、肥料成分の窒素やカリウムを多く含むため、液肥として利用できる。肥料や土壌改良材は施用方法によっては環境への負荷が増大する危険性があり、消化液についても、施用後の動態を把握した上で、農地利用を行う必要がある。そこで、本研究では、日本の代表的な畑地土壌である黒ボク土の畑地に消化液を施用して作物を栽培し、消化液由来窒素の施用後の動態、特に窒素の溶脱特性について調査を行った。

## 2. 試験方法

試験は、茨城県つくば市の農村工学研究所内に設置したモノリスライシメータで行った(Fig.1)<sup>1)</sup>。モノリスライシメータは不攪乱土壌を用いることを特徴とするライシメータで、土壌モノリスから浸透する水(以下、「浸透水」)を採取することができる構造となっている。浸透水を定期的に採取し、水質分析を行うことにより窒素等の溶脱をモニタリングできる。本研究では、8基のライシメータに対して無施肥区(2基)、代表的な窒素肥料である硫酸アンモニウム(以下、「硫安」)を施用した硫安区(3基)、消化液を施用した消化液区(3基)を設定した。施用した消化液は山田バイオマスプラントで採取した乳牛ふん尿を主成分としたものであり、その成分をTable 1に示す。作付けは2005年秋作から2007年秋作までの7作(春作、夏作:コマツナ、秋作:ハウレンソウ)で、無施肥区以外の各区には、千葉県施肥基準(ハウレンソウ N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 25-25-25 g m<sup>-2</sup>, コマツナ 12-12-12 g m<sup>-2</sup>)に合わせて各資材を播種の1週間前に全量基肥として施用した。2005年秋作の施肥時には水の動きのトレーサとしてBr<sup>-</sup>を施用した。

収穫した作物は乾物収量とT-Nを測定し、窒素吸収量を求めた。浸透水の採水はまとまった降雨があった後に行い、採取した浸透水の水量を測定した後、T-Nを測定(無施肥区についてはBr<sup>-</sup>も測定)し、窒素の溶脱量を求めた。また、消化液、硫安中の窒素の施用後の動態を把握するため、定期的に表層土壌(0-5cm)を採取し、表層土壌の無機態窒素(NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N)の濃度を測定した。



(単位:m)

Fig.1 モノリスライシメータ  
Monolith lysimeter

Table 1 消化液の成分  
Composition of digested liquid

含水率 (%)	pH	T-N (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (mg L <sup>-1</sup> )	T-C (mg L <sup>-1</sup> )
95.8 ± 0.4	7.7 ± 0.1	3,450 ± 625	1,770 ± 465	<0.03	1,220 ± 386	3,990 ± 529	9,600 ± 1,890

(平均値±標準偏差)

\*農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering \*\*東京農業大学 Tokyo University of Agriculture  
キーワード: 硝酸汚染, バイオマス, 地下水, メタン発酵消化液, モノリスライシメータ

### 3. 結果及び考察

**作物への窒素吸収量** 2005年秋作の窒素吸収量は、土壌モニリスを採取した畑の施肥来歴の影響が大きかったため、検討から除外した。2005年秋作を除く6作合計の窒素吸収量は無施肥区、硫安区、消化液区でそれぞれ、29, 61, 56gN m<sup>-2</sup>であった。窒素利用率は硫安区、消化液区でそれぞれ、33, 27%であり、消化液の窒素肥効率（化学肥料の窒素利用率に対する消化液の窒素利用率の割合）は84%であった。

**窒素溶脱量** 浸透水中のBr<sup>-</sup>濃度は、ライシメータにBr<sup>-</sup>を施用した2005年秋作施肥時からの積算浸透水量が455mmの時点で最高となった。つまり、ライシメータを水が通過するまでの積算浸透水量は455mmであり、実験開始後の施肥の影響を調べるためには、一回目の2005年秋作施肥からの積算浸透水量が455mm以降の浸透水を対象とすればよいと判断できる。本研究では、2005年秋作施肥からの積算浸透水量が455mmの時点から2007年の秋作施肥からの積算浸透水量が455mmの時点までの2年分の浸透水を対象とする。

消化液区と硫安区の浸透水のT-Nは、無施肥区に比べて高い値で推移し、消化液区と硫安区のT-Nには明確な差は見られなかった。無施肥区の溶脱量を差し引いた、2年間の正味の積算溶脱量は消化液区、硫安区でそれぞれ43, 46gN m<sup>-2</sup>とほぼ同量であり、5%水準で有意差はなかった（Fig. 2）。消化液区では施用した窒素の44%、硫安区では46%が2年間で溶脱したと推定された。

**表層土壌の無機態窒素濃度** 表層土壌の無機態窒素濃度の推移をFig. 3に示す。消化液区の表層土壌中のNH<sub>4</sub>-Nは施用後すぐに増加し、その後減少した。一方、消化液区の表層土壌中のNO<sub>3</sub>-Nは、NH<sub>4</sub>-Nの減少と同時期に増加した。これらの傾向は硫安区と同様であった。このことから、消化液中のNH<sub>4</sub>-Nは、硫安を施用した場合と同様に施用後速やかに硝化されることが示された。また、Fig. 3(b)に示すように、施用後1, 2週間後における消化液区の表層土壌のNO<sub>3</sub>-Nは、硫安区とほぼ同等であり、施用後短期間において、消化液中に含まれる有機態窒素の無機化が進んだことが示唆された。

**窒素収支** 2年間のライシメータ試験の窒素収支をTable 2に示す。畑地に硫安を施用した場合と消化液を施用した場合では、作物吸収量、窒素溶脱量に大きな違いは認められなかった。消化液は、硫安と同等の速効性肥料で、硫安と同様の窒素の溶脱特性を示す資材であると結論づけられた。

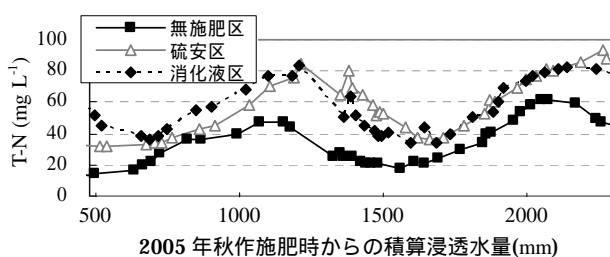


Fig. 2 浸透水中のT-Nの推移  
T-N in leachate

Table 2 2年間における窒素収支  
Nitrogen balance for two years

	施用した窒素の動態		
	作物吸収 (%)	溶脱 (%)	その他(土壌蓄積等) (%)
硫安区	32	46	22
消化液	27	44	29

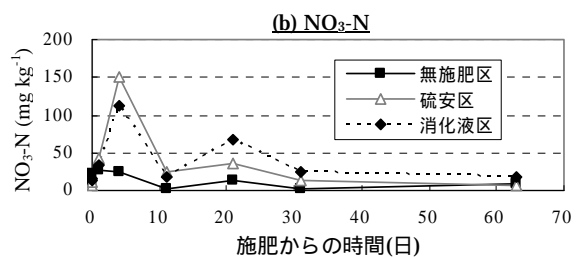
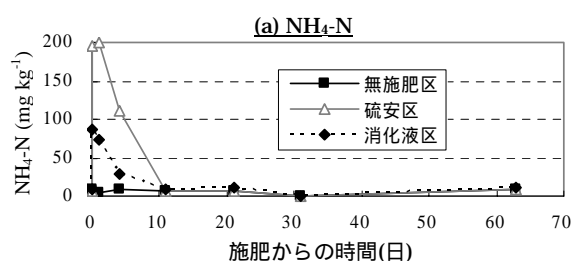


Fig. 3 表層土壌中の無機態窒素の推移（2007年春作）  
Inorganic nitrogen in top layer soil in surface soil