

メタン消化液施用水田における窒素動態と環境負荷 Behavior of nitrogen and environmental load of forage rice field under anaerobically digested cattle slurry application

○朝田景*、奥田舞子*、須永薫子*、吉川美穂*、西村 拓**、豊田剛己*、加藤誠*
○Kei Asada*, M. Okuda*, K. Sunaga*, M. Yoshikawa*, T. Nishimura**, K. Toyoda* and M. Kato*

1 はじめに

大量の家畜飼料・食料を輸入する日本では、窒素の収支が崩れ、過剰な窒素が蓄積し、土壌や水の富栄養化が問題となっている。一方で、米消費量の減少により生産調整水田の面積は約 100 万 ha に及び、休耕田が増加している。この問題を解決するため、休耕田を利用して、家畜糞尿を肥料として飼料イネ(粗飼料)を生産する、耕畜連携の資源循環システムが注目されている。

飼料イネは、収量性・吸肥性に重点をおいて開発された品種である。そのため、水田を家畜ふん尿還元の間として捉えた際、高い窒素吸収効果が期待できる。しかし、飼料イネの吸収能力を越えた過剰な窒素の投与によって生育阻害、系外への窒素流出を引き起こさないように注意する必要がある。

本研究では、高窒素負荷下における飼料イネの窒素吸収能と、飼料イネによる環境負荷の抑制効果を評価することを目的とし、水田ライシメーターを用いて、家畜糞尿由来のメタン消化液を液肥として施用した飼料イネ栽培試験を行った。

2 研究方法

2-1 水田ライシメーターの概要

水田ライシメーター(ステンレス製、1×1×0.5m)を 12 基、本学附属農場 FM 本町(東京都府中市)に設置し、同農場の土壌を充填した。灌漑水には水道水を用い、湛水深が 5 cm になるよう随時灌漑を行った(Phong)。排水は、ライシメーター下部に設置した暗渠を通じて行った。

2-2 飼料イネと施肥条件

飼料イネ専用品種であるリーフスターを栽培した。飼料イネは 5 月 16 日に移植し(18 株/基)、10 月 10 日に刈り取った。作期中、定期的に生長量(草丈・茎数・SPAD 値)を測定し、収穫後、乾燥重量を測定

し、NCアナライザーを用いて窒素含量を分析した。肥料は、メタン消化液(以下 ADS)と化学肥料(対照区、以下 CF)を用いた。メタン消化液は、北海道上士幌町から取り寄せた牛ふん由来のものを、化学肥料はくみあい複合燐加安 42 号を使用した。以下、併記する数字は窒素換算量(kg-N ha⁻¹)である。

2-3 実験

投入窒素量、施肥回数異なる 4 試験区を 3 反復で設置した。(表1)

表 1 試験区別施肥条件

肥料	施肥総量 (kgN/ha)	施肥日程						
		5/9	6/6	6/20	7/4	8/1	8/29	9/26
CF300 化学肥料	300	100				100		100
ADS300 メタン消化液	300	100				100		100
ADS600 メタン消化液	600	100	50	50	100	100	100	100
ADSapt メタン消化液	600	100	50	50	100	100	150	50

ADS300 と CF300 で、総窒素施用量は等しく、ADS600 ではその倍量の窒素を施用した。また、飼料イネの窒素吸収量は、生育ステージに合わせて変動するという既往の研究結果より、施肥時期と量を調整した ADSapt を設けた。リーフスターの生長量の多い幼穂形成期～出穂期にあたる 8 月 29 日の施肥量を多くし、高い窒素吸収効果を期待した。

また、メタン消化液施用による水環境への影響を評価するために、定期的に田面水・浸透水を採取し、NH₄⁺・NO₂⁻・NO₃⁻濃度を分析した。NH₄⁺はフローインジェクション法、NO₂⁻・NO₃⁻は陰イオンクロマトグラフ法を用いた。

3 結果と考察

3-1 田面水と浸透水

*東京農工大学大学院(Tokyo University of Agriculture and Technology)

**東京大学大学院 (Tokyo University)

キーワード: 植生浄化、飼料イネ、畜産廃棄物、再資源化

作期中、 $\text{NO}_2^- \cdot \text{NO}_3^-$ は、田面水・浸透水共にほとんど検出されなかった(0~1mg/L程度)。ADSでは、施肥後約1週間は、田面水の NH_4^+ 濃度が20mg/L~40mg/Lと高くなるが、その後0 mg/Lあたりに収束した(図1)。ただし、同じ施肥1週間後でも、6月と8月と10月では濃度に差が見られ、8月は濃度が低かった。これは、飼料イネの生育と関係し、生長量の多い8月は、飼料イネによる窒素吸収効果が高かったためと考えられる。浸透水では、 NH_4^+ もほとんど検出されず、4試験区における平均T-N濃度は1mg/L程度であった。農業排水のT-N濃度の環境基準値は10mg/L以下であり(環境省)、全試験区で水系への環境負荷は無かったといえる。

3-2 飼料イネ

草丈調査の結果を図2に示す。生長量はADS300区、600区、apt区共に、CF区と同程度、もしくはそれ以上であった。ADSaptでは8月中旬以降の生長が著しく、最終的にCFを上回る収量(21 t/ha)を得た。他の2試験区の収量は約19t/haであり、通常の収量19.1t/ha(作物研究所)と比較しても、窒素負荷による生育阻害はなかったと考えられる。

ADSaptは、他の試験区に比べて飼料イネの窒素含有量が非常に高かったがそれでも、窒素回収率は50%以下であった(図3)。よって、飼料イネは600kgN/ha以上の窒素負荷にも耐え、窒素を吸収する能力があるが、窒素回収率を考慮すると、300~600kgN/haの施用が適当であると考ええる。

3-3 窒素収支

Input因子に、施肥、灌漑水・雨水を、Output因子に、飼料イネ、 $\text{NH}_3 \cdot \text{N}_2\text{O}$ ガス(候、吉村)、浸透水を想定し、作期全体の窒素収支を算出した(図4)。

600区では300区に比べて土壌残留窒素が多かった。また、窒素負荷量の多いADS600とADSaptを比較すると、ADSaptで飼料イネの窒素吸収量が多く、ガス発生量が少ないことがわかった。

4 結論

- 1、メタン消化液施用による水系への環境負荷はほとんどなかった。
- 2、メタン消化液を多量施用した試験区でも、飼料イネは化学肥料を与えられた際と同程度生育し、特に生育障害は見られなかった。
- 3、窒素を多量に施用する場合、飼料イネの生長量に見合う施肥量と時期を設定することによって窒素

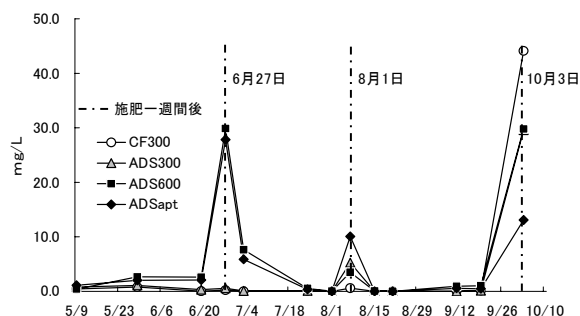


図1 田面水の NH_4^+ 濃度の

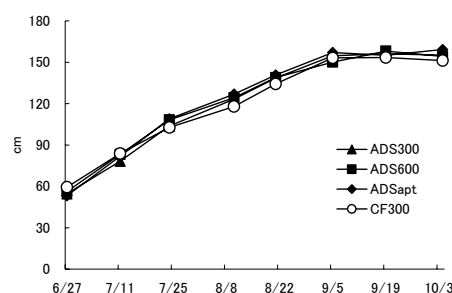


図2 飼料イネの生長の様子(草丈)

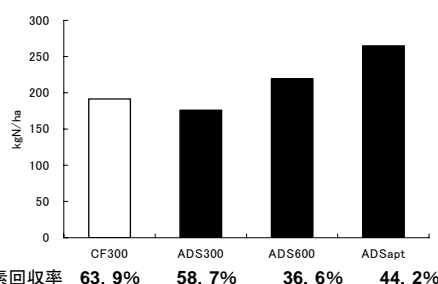


図3 飼料イネの窒素吸収量と窒素回収率
(窒素回収率=イネの窒素吸収量/Input量×100)

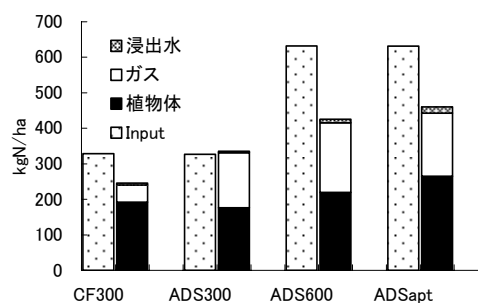


図4 作期全体の窒素収支

回収効果は高まる。

5 参考文献

Khin.M.K., et.al.2005: *Biol Fertil Soils*, **42**, 72-82
(本研究は、東京農工大学 21 世紀 COE プログラム(生存科学)の一環として実施した。また、同グループの Phong、候、吉村諸氏からデータの提供を頂いた。記して深謝する。)