

メタン発酵消化液を用いた作物栽培と環境への影響

Crop cultivation using methane fermentation effluent and its impact on environment

○柴田 鑑三*, 井上 栄一**, 佐藤 達雄**, 福司健治***, 岩下幸司***, 加藤 亮**
SHIBATA Kanzo, INOUE Eiichi, SATO Tatsuo, FUKUSHI Kenji, IWASHITA Kohji, KATO Tasuku

1. はじめに

近年、バイオマスの利活用の観点からメタン発酵技術が注目されている。農業分野では、実際に畜産廃棄物や排水処理汚泥などをメタン発酵処理し、得られるメタン発酵消化液(以下、消化液)を液肥として牧草地や水田へ利用する試みが行われている。消化液は、Table 1 に示すように窒素を多量に含んでおり、肥料効果が期待できる。原料に農業集落排水汚泥、生ゴミを用いる消化液の液肥利用の調査事例は少ない。そこで本研究では、農業集落排水汚泥や生ゴミを原料とする消化液を液肥として利用する栽培実験を実施し、液肥の肥料効果の調査および環境に対する影響、特に地下への窒素溶脱及び土壌への窒素の蓄積に主眼を置いて検討を行った。

Table 1 消化液中の成分
Contents of methane fermentation effluent

成分	濃度 (mg·L ⁻¹)	成分	濃度 (mg·L ⁻¹)
T-N	3.53	Fe	272.8
NH ₄ -N	1.88	Al	684.7
Org.-N	1.63	Pb	-
T-P	0.83	Zn	14.63
COD	12.58	Cd	-
Cu	0.06	Ni	0.29

2. 実験概要

本研究では、消化液の肥料効果および環境への影響について調査するため、3種類のポット栽培試験、および実際の圃場におけるフィールド栽培試験を行った。肥料効果の確認には、評価指標として栽培作物の生育量・収量を用いた。ポット栽培試験では作物の乾物体重量を測定し、フィールド栽培試験では作物1株あたりの生育量・収量を測定した。環境への影響については土壌の全窒素量(T-N)や全炭素量(T-C)、消化液由来の窒素や重金属の溶脱量などから検討・評価を行った。

3. 各試験の概要と結果

3.1 ポット栽培試験 I

本試験は、降雨遮断条件にて日本土壌肥料学会の植物栄養実験法を参考に行った。試験には、上面の面積が約0.7/2000アールのポットを用い、黒土：腐葉土を体積比2：3でよく攪拌した土壌を4kg充填した。試験区は、無施肥区、化学肥料区、液肥半分区、液肥区の計4試験区を設定し、3反復行った。供試植物にはコマツナを用い、実験期間は約1ヶ月間であった。Table 2に地上部乾物体重量の平均値を示す。その結果、1株あたりの乾物体重量の平均値は、消化液区は0.46g、化学肥料区は0.40gであり、消化液区と化学肥料区間に有意差は認められなかった。よって、消化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有することが分かった。

* (株) 日水コン Nihon Suido consultants, ** 茨城大学農学部 College of Agriculture, Ibaraki University, ***地域資源循環技術センター JARUS
キーワード バイオマス, メタン発酵消化液, 栽培試験, 窒素溶脱

3.2 ポット栽培試験Ⅱ

本試験は、用水供給量を大きくし、地下への溶脱を想定した場合における消化液の肥料効果、および地下への窒素溶脱について検討した。試験区は、無施肥区、化学肥料区、化液肥区、液肥区の計 4 試験区を設定し、3 反復行った。ポット底部からの排水があり、これを地下への溶脱分とした。その結果、1 株あたりの乾物体重量の平均値は、消化液区は 0.36g、化学肥料区は 0.50g であり、この 2 試験区間で 5%水準の有意差が認められた。また、栽培期間中の窒素溶脱量の合計は、1 ポットあたり、消化液区は 193mg、化学肥料区は 159mg、無施肥区は 132mg であり、消化液区が最も大きい値を示した。これより、消化液は化学肥料よりも窒素溶脱が生じやすい可能性が示唆された。

Table 2 地上部乾物体重量の平均値
Average dry weight for Ex-1 and Ex-2.

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
無施肥	0.26 ± 0.08g	0.06 ± 0.02g
化学肥料	0.40 ± 0.13g	0.50 ± 0.15g
液肥1/2	0.40 ± 0.17g	-
化液肥	-	0.36 ± 0.13g
液肥	0.46 ± 0.12g	0.36 ± 0.11g

3.3 フィールド栽培試験

本試験は、ポット栽培試験Ⅰおよび試験Ⅱの結果を受け、実際の圃場における消化液の肥料効果、および環境への影響を調査した。茨城大学農学部の試験農場を 9 区画に分割し、無施肥区、化学肥料区、消化液区をそれぞれ 3 区画ずつランダムに設置した (1 区画

Table 3 農場地下水の T-N 濃度平均値と有意差検定
Average T-N concentration of groundwater in the test field
and a test of significance

	ナタネ栽培区		小麦栽培区	
Control	0.99	B	1.27	B
無施肥	0.76	B	1.61	A
化学肥料	1.42	A	1.80	A
消化液	1.62	A	1.28	B

21m²)。供試作物はナタネと小麦で、栽培期間は約 7 ヶ月間であった。その結果、Tukey 法により検定を行ったが、ナタネ収量、小麦収量ともに消化液区と化学肥料区間のほとんどの項目で有意差は認められなかった。これより、消化液は実際の圃場においても化学肥料と同程度の肥料効果を有することが明らかとなった。また、ナタネ栽培農場の地下水 T-N 濃度の平均値は、消化液区は 1.62mg・L⁻¹、化学肥料区は 1.42mg・L⁻¹であり、この 2 試験区間に有意差は認められなかった (Table 3)。また、小麦栽培農場の地下水 T-N 濃度の平均値は、消化液区で 1.28mg・L⁻¹、Control 区で 1.27mg・L⁻¹となり、消化液区と Control 区間で有意差は認められなかった。これより、実際の圃場栽培において、消化液は化学肥料よりも窒素溶脱が生じやすいと一概には言えないことが分かった。しかし、窒素の地下への溶脱は時間がかかるため、今後も農場地下水中の窒素の動向調査を継続する必要がある。

3. 結論

コマツナのポット栽培試験により、消化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有することが分かった。しかし、消化液は化学肥料よりも窒素、一部重金属の溶脱が生じやすい可能性が示唆された。そこで、実際の圃場におけるフィールド栽培試験を行った結果、消化液は化学肥料と同程度の肥料効果を有し、なおかつ、化学肥料を上回る地下への窒素、および重金属の過剰な溶脱はないと考えられる結果が得られた。