

成績概要書(2005年1月作成)

研究課題：乳牛ふん尿を主原料とするバイオガスプラント消化液の特性と草地・畑地への施用法

(積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト研究)

担当部署：北海道開土研農業開発部土壌保全研究室、根釧農試研究部草地環境科

北見農試生産研究部栽培環境科、畜試環境草地部畜産環境科

予算区分：国費（特別研究）

研究期間：2001～2004年度（平成13～16年度）

1. 目的

乳牛ふん尿を主原料とするバイオガスプラント消化液（バイオガスプラントで産出される、投入原料のメタン発酵処理液、以下、消化液）の利用に係る安全性、肥効等の特性を明らかにし、草地と畑地に対する効果的施用法を提示する。

2. 方法

1) 消化液の特性

(1) 一般性状および肥料成分（開土研）：pH、乾物含量、N、P、K等

(2) 安全性（開土研、畜試）：重金属含量、微生物性、雑草種子

(3) 施用に伴う窒素動態（開土研）：揮散、浸透

2) 消化液の草地・畑地に対する効果的施用法

(1) 草地に対する施用法（根釧農試）

(2) 畑地に対する施用法（北見農試）

3. 成果の概要

1) 消化液の一般性状および肥料成分

消化液（発酵槽）は原料スラリー（受入槽）よりもpHが高く、乾物が少なく、アンモニウム態窒素が多かった（表1）。発酵後の各処理槽での不十分な攪拌に起因する沈殿および無蓋型貯留槽での貯留中のアンモニア揮散により、消化液中の肥料成分が減少した。消化液の肥料成分含量をpH、EC、乾物含量等から推定する推定式を作成した（表2）。

2) 消化液の安全性（重金属、衛生指標菌、雑草種子）

乳牛ふん尿を主原料とする消化液中の重金属含量は肥料取締法の基準値（発酵汚泥肥料）を下回った。衛生指標菌の大腸菌・腸球菌は、メタン発酵（中温）過程でそれぞれ2～3オーダー減少し、その後の加熱処理（55℃・7.5hrまたは70℃・1hr）により、概ね、大腸菌は不検出、腸球菌は2log₁₀MPN/gを下回った（図1）。中温発酵＋加熱処理、高温発酵処理により、エゾノギシギシ種子の90%前後が死滅し、無休眠種子は皆無となった（表3）。

3) 施用に伴う窒素動態の特性

消化液は原料スラリーよりも乾物含量が低いので、施用後速やかに地中に浸透し、アンモニア揮散が少なかった。消化液施用に伴うアンモニア揮散率は、揮散しやすい高温時においても、施用量3t/10aおよび5t/10aの条件で、施用されたアンモニウム態窒素の10%および20%程度であった（図2）。5t/10aの施用量においても、散布1日後の無機態窒素は深さ5cm以内の土層に留まっていた。

4) 草地に対する効果的施用法

消化液は窒素、リン酸、カリウムともに、現行のスラリーを対象とする換算法によって肥料に換算できた（図3）。ただし、消化液のアンモニウム態窒素が全窒素の50%以上を占める場合には、アンモニウム態窒素を化学肥料と同等と見なす評価法がより適切であった。また、化学肥料の減肥は、尿の場合と同様に、当該番草のみを対象とする必要があった（表4）。年間4t/10a程度の消化液施用量では、秋（10月まで）と春（5月中旬まで）の等量分施が効果的な施用法であった。

5) 畑地に対する施用法

消化液の窒素肥効は全窒素またはアンモニウム態窒素で評価する。肥効率は表5のように作物および施用法別に設定される。窒素の肥効率を高めるには、秋まき小麦は起生期に施用し、それ以外の作物では基肥とし、施用後速やかに土壌と混和する。えん麦、シロカランは消化液が付着すると枯死するため、基肥として使用する。カリの施肥標準量から判断した施用適量を作物毎に設定した（表5）。

表 1 原料（受入槽）と消化液の肥料成分 表 2 消化液の肥料成分推定式

施設	採取槽	T-N(FM%)	NH ₄ -N(FM%)	P ₂ O ₅ (FM%)	K ₂ O(FM%)
		平均 ±SD	平均 ±SD	平均 ±SD	平均 ±SD
別海	受入槽	0.39 ±0.07 a	0.21 ±0.04 c	0.14 ±0.03 a	0.44 ±0.05 a
プラント	発酵槽	0.38 ±0.05 a	0.27 ±0.05 a	0.14 ±0.05 a	0.43 ±0.08 ab
	殺菌槽	0.37 ±0.05 a	0.25 ±0.05 b	0.09 ±0.04 b	0.42 ±0.11 ab
	貯留槽	0.29 ±0.07 b	0.19 ±0.04 d	0.09 ±0.05 b	0.39 ±0.07 b
湧別	受入槽	0.41 ±0.05 a	0.17 ±0.04 b	0.18 ±0.05 a	0.55 ±0.10 a
プラント	発酵槽	0.38 ±0.06 a	0.23 ±0.04 a	0.18 ±0.06 a	0.55 ±0.06 a
	殺菌槽	0.38 ±0.04 a	0.22 ±0.02 a	0.16 ±0.04 a	0.57 ±0.05 a
	貯留槽	0.29 ±0.05 b	0.18 ±0.04 b	0.12 ±0.04 b	0.53 ±0.09 a

推定項目	回帰式	相関係数	n
T-N(FM%)	0.0314EC+0.0172DM-0.0553	R ² =0.6252	61
NH ₄ -N(FM%)	0.0299pH+0.0282EC-0.3518	R ² =0.7579	49
P ₂ O ₅ (FM%)	0.0230DM+0.0140	R ² =0.6312	55
K ₂ O(FM%)	0.1017pH+0.0175EC+0.0494DM-0.7595	R ² =0.4956	55
DM(FM%)	(173.24×比重-173.29)×比重測定時希釈倍率	R ² =0.9458	16

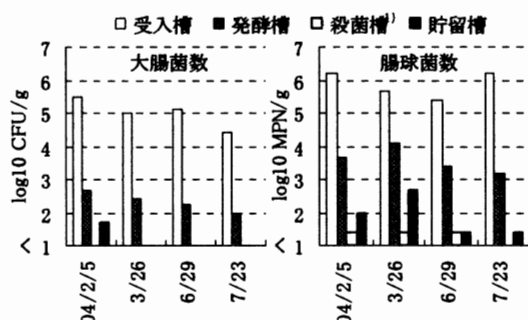


図 1 原料スラリー・消化液中の大腸菌、腸球菌数の変化
1) 55°C・7.5hr (別海プラント)

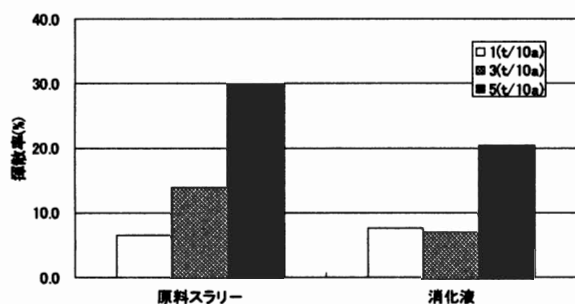


図 2 圃場施用におけるアンモニア揮散率 (別海 7 月)

表 3 発酵・加熱処理がエゾノギシギシ種子の生存率におよぼす影響

処理	供試種子数 (個)	無休眠種子率 (%)	二次休眠種子率 (%)	死滅種子率 (%)
対照区	100	93.7	0.0	6.3
中温発酵30日(MF)	100	0.0	36.0	64.0
MF+70°C1時間	100	0.0	11.0	89.0
MF+70°C5時間	100	0.0	5.0	95.0
MF+55°C4時間	100	0.0	4.0	96.0
MF+55°C7.5時間	100	0.0	10.0	90.0
MF+55°C15時間	100	0.0	11.0	89.0
高温発酵20日	100	0.0	14.0	86.0
高温発酵30日	100	0.0	9.0	91.0

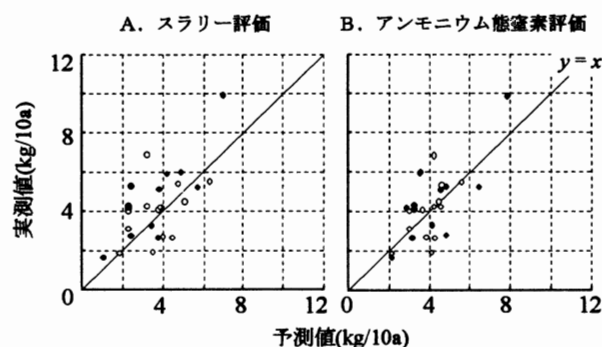


図 3 窒素吸収増加量に対する適合性

●, 消化液 ; ○, スラリー

表 4 草地におけるバイオガスプラント消化液の基準肥効率¹⁾

窒素		リン酸	カリウム
全窒素 ²⁾	アンモニウム態窒素 ³⁾		
0.4	1.0	0.4	0.8

- 1) 肥効評価は当該草草を対象とする。
- 2) NH₄-N/T-N<0.5のとき適合性が高い。スラリーの補正係数を用いて品質と施用時期により補正する。
- 3) NH₄-N/T-N≥0.5のとき適合性が高い。スラリーの補正係数で施用時期についてのみ補正する。

表 5 畑地におけるバイオガスプラント消化液の肥効率

施用法	対象作物	成分肥効率			施用適量(10a)
		T-N	NH ₄ -N	K ₂ O	
表面施用	秋まき小麦 (起生期追肥)	0.7	1.0	1.0	約2t
表面施用	てんさい、ばれいしょ、緑肥 (基肥)	0.4	0.7	1.0	約3t

注) 緑肥はえん麦、シロカラシ、ひまわりを供試した。

4. 成果の活用と留意点

- 1) 本成果は乳牛ふん尿を原料とした消化液について適用し、他の家畜ふん尿を原料とするものには適用しない。
- 2) 水産廃棄物、下水汚泥等、重金属含量の高い副資材を使用しているバイオガスプラントでは、消化液の重金属含量を十分に監視する。
- 3) 中温発酵を採用する場合、衛生管理や雑草種子対策のため、発酵処理に加えて加熱処理を行うことが望ましい。
- 4) バイオガスプラントの各処理槽でアンモニア揮散、沈殿が生じないように留意する。
- 5) 畑地に対する施用法の試験結果は、地表面近くからの全面施用条件で得られたものである。

5. 残された問題点

- 1) アンモニア揮散を低減する施用法における肥効評価