

11 畜産バイオガスプラントの実証と評価及び指針策定

担当部署名：環境飼料部 畜産環境研究室

担当者名：○木下 強、前田綾子、黒澤良介

研究期間：平成20年度～30年度（継続）

予算区分：県単

1. 目的

畜産バイオマスのエネルギー利用は、畜産業の持続的な発展、循環型社会の形成及び地球環境の保全等に不可欠な課題であることから、家畜のふん尿などをエネルギーとしたバイオガスシステムの実証に取り組む。

平成26年度は、昨年度に引き続きセンター内に整備したバイオガスプラントについて、プラントへの発酵原料投入量、バイオガス発生量、発電量等を調査した。また、バイオガスプラント導入による温室効果ガス削減効果検証の基礎データを収集するため、メタン発酵処理施設において乳用牛ふん尿を固液分離によって得られる固形分堆肥化時に発生する温室効果ガス等を測定し、通常の堆肥化処理と比較検証した。

2. 方法

中温発酵のバイオガスプラント（80頭規模フリーストール牛舎併設）について以下の観点から技術的な評価を行い、現地普及へ向けた有効性や実用性を検討する。

（1）プラント稼働状況調査

H26年度までのバイオガスプラントの稼働状況についてデータを収集した。

（2）メタン発酵消化液貯留時における温室効果ガス発生実態調査

牛舎から排出されるスラリー状の乳牛ふん尿等をスクリーンプレス式固液分離機（1mmメッシュ）に投入し、得られた固形分（水分74.3%）を堆肥舎で繰り返し作業を行い堆肥化過程で発生する温室効果ガス（ CH_4 、 CO_2 、 N_2O ）及び NH_3 を測定した。なお、固液分離で得られた液分はメタン発酵原料として利用されるが、液分の液肥化過程で発生する温室効果ガスについては別途検証する（図1）。

対照区は、同一のふん尿をオガで水分調整（水分73.1%）して堆肥化し、同様に発生ガスを測定した。また、温室効果ガスの測定は、可動式のビニルハウス型チャンバー（縦2m×横2m×高さ2.5m）で堆肥全体をカバーした後、内部の空気を通気吸引し、光音響マルチガスモニタで2014年5月20日から57日間測定した（図2）。堆肥中の全窒素、有機物量等の性状については、繰り返し作業時に試料を採取し、定法に従って分析した。

3. 結果の概要

（1）プラント稼働状況調査

プラントの稼働状況は表1の通り。

（2）メタン発酵消化液貯留時における温室効果ガス発生実態調査

堆肥化発酵温度の推移は図3のとおり。

CH_4 ガスは対照区の初期繰り返し時に発生量が多く、試験区の発生量は少量であった（図4）。また、図示していないが、 NH_3 ガスも CH_4 ガスと同様、対照区で初期繰り返し時に発生量が多く、硝酸化成過程で発生する N_2O ガスは、対照区でアンモニア発生後（1～2週目）の3～4週目の繰り返し時にガス発生量が一時的に増加した。

測定期間中、固液分離固形物の堆肥化時に現物1t換算で CH_4 、 NH_3 、 N_2O のいずれも、通常の堆肥化処理（対照区）における1tあたりガス発生量よりも低い値であった（表2）。またふん尿の固液分離処理により N_2O 及び NH_3 ガス発生係数が顕著に低い値となった（表3）。

[具体的データ]

表1 バイオガスプラントの運転実績

年度	牛飼養頭数	ふん尿 受入量 (希釈液込) (m ³ /日)	食品廃棄物 投入量 (Kg/日)	発酵槽投入 有機物量 (Kg/日)	バイオガス 発生量 (Nm ³ /日)	発電電力量		所内電力 使用量 (商用+発電量) (kWh/月)	電力自給率 (%)
						(kWh/日)	(kWh/月)		
H20年	52.3	5.64	205.2	173.5	99.7	143.7	4,369	21,345	20%
H21年	45.9	5.87	228.4	173.1	104.5	145.3	4,418	20,430	22%
H22年	44.2	5.75	0.0	146.1	74.2	105.6	3,211	21,040	15%
H23年	38.9	4.79	0.0	140.4	74.2	113.3	3,454	18,923	18%
H24年	42.6	4.95	0.0	145.4	86.2	129.0	3,923	20,448	19%
H25年	44.2	4.50	0.0	136.9	83.2	122.0	3,712	20,141	18%
H26年	49.1	4.93	0.0	133.3	79.4	113.9	3,465	19,760	18%

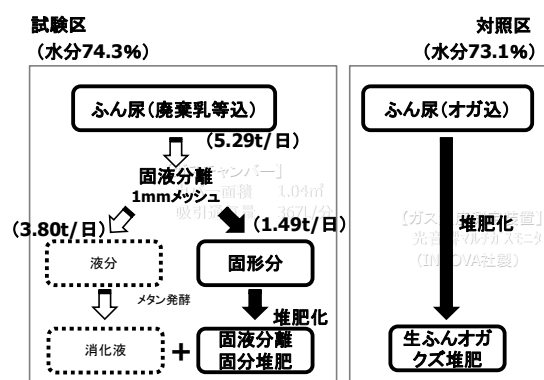


図1 ふん尿処理のフロー及び試験区の設定

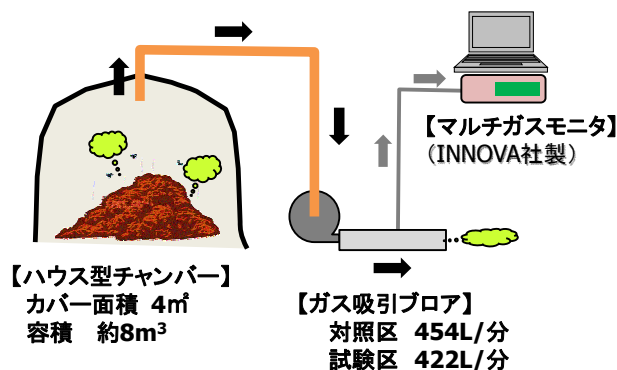


図2 温室効果ガス測定装置の概要

表2 温室効果ガス等発生量

ガスの種類 (CO ₂ 換算係数)	対照区(オガ堆肥)		試験区(固分堆肥)	
	実量	CO ₂ 換算	実量	CO ₂ 換算
NH ₃	0.11	-	0.02	-
N ₂ O (310)	0.09	27.94	0.02	4.8
CH ₄ (21)	0.29	6.16	0.15	3.19
合計	-	34.1	-	7.99

(単位kg/t、平均気温21.0°C)

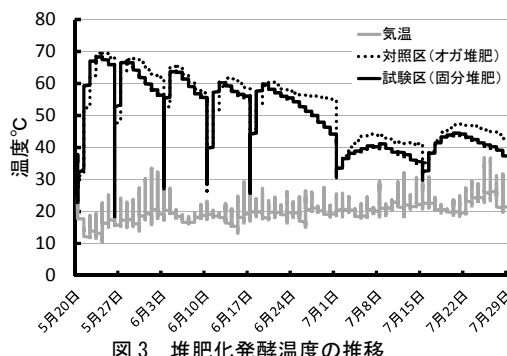


図3 堆肥化発酵温度の推移

表3 温室効果ガス排出係数

ガスの種類	対照区 (オガ堆肥)	試験区 (固分堆肥)
NH ₃ -N/ TN (%)	2.35	0.45
N ₂ O-N/ TN (%)	1.49	0.35
CH ₄ / VS (%)	0.12	0.06

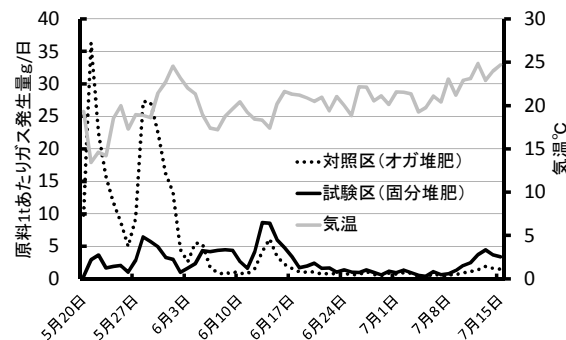


図4 メタンガス発生量の推移

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故の影響により、再生可能エネルギーの活用や温室効果ガス排出量の増加が懸念されていることから、メタン発酵プラントの稼働状況について調査継続するとともに、バイオガスプラントを導入することによる温室効果ガス削減効果について、別途、検証中であるメタン発酵処理における温室効果ガスの測定結果と併せて、物質収支ベースで解析を進める。

12 堆肥の汚染対策技術の開発

担当部署名：環境飼料部 畜産環境研究室

担当者名：○黒澤良介、前田綾子、木下強

研究期間：平成24～平成26年度（完了） 予算区分：県単

1. 目的

原子力発電所の事故に伴い、県内でも放射性セシウム（放射性Cs）に汚染された堆肥が発生している。堆肥の放射性Csの暫定許容値である400Bq/kgを超過した堆肥については、自給飼料生産ほ場以外への還元ができないため、保管場所の確保などの問題が生じる。

そこで、当センターでは、現地実証として高濃度の放射性Csを含む堆肥を一時保管する簡易的な堆肥保管施設（以下、簡易堆肥保管施設）を平成23年3月に設置した。本簡易堆肥保管施設では、用いた保管シートの耐久性や施設周辺の放射線量について、継続的に（設置後3年間）確認を行うこととしている。

2. 方法

(1) 供試材料

保管堆肥：当センターで生産した乳用牛ふんを原材料とした堆肥を用いた。

保管シート：上・下ともに市販の簡易堆肥保管施設専用シート（商品名：KHV たいひシート）を用いた。

(2) 設置施設概要

120m²（幅6m×長さ20m）規模の簡易保管施設を平成23年3月に設置した。なお、保管した堆肥の量は約24tである。

(3) 調査項目

ア 供試堆肥の経時的な分析（3ヶ月毎に堆肥成分分析及び放射性Csを測定）

イ 簡易堆肥保管施設周辺の放射線量（施設上、施設から1m及び2m離れた地点において地上10cm及び100cmで測定）

ウ 施設撤去にかかる作業労力

3. 結果の概要

保管堆肥の成分は、保管期間の経過とともに水分含量が増加し、一方で加里が減少していたが、その他の成分値は、大きな差は見られなかった（表1）。

簡易堆肥保管施設設置後における施設周辺の放射線量は、設置以降漸減傾向にあった（図1、図2）。また、地上10cmと100cmにおける大きな差は見られなかったが、地上100cmの方が若干高い傾向にあった。なお、施設上、施設から1m及び2mの地点の合計3地点で測定したが、差はみられなかった。

また、保管堆肥の放射性Csは、漸減傾向にあった（図3）。

簡易堆肥保管施設の撤去は、トラクター2台、ローダー1台、マニアスプレッダ2台の重機を用い、延べ人数で7名が従事した。作業は2時間30分で終了したが、撤去時に下敷きシートをローダーバケットで破損した。また、撤去時に施設内3カ所から深度別（上中下）に水分含量を測定したが、各箇所での差はほとんどなく、平均で78%であった。

以上のことから、簡易堆肥保管施設用の簡易シートは、汚染堆肥の一時的な保管に有効であるが、撤去にあたっては細心の注意を払い、設置場所の汚染が無いようにする必要があると考えられた。

[具体的データ]

表1 放射性Cs汚染堆肥の成分値の経時的推移

採材時期	pH	EC mS/cm	水分 現物%	灰分 乾物%	T-N 乾物%	P ₂ O ₅ 乾物%	K ₂ O 乾物%	CaO 乾物%	MgO 乾物%	C/N比	発芽率 %
設置直後 (H24. 3)	7.53	3.78	41.58	22.31	2.26	1.38	2.37	1.21	0.92	20.6	88.6
3ヶ月後 (H24. 6)	7.34	5.22	52.11	27.00	2.20	1.64	1.86	1.54	1.08	15.9	100.0
6ヶ月後 (H24. 9)	7.40	2.69	33.02	31.80	2.42	1.80	2.09	3.72	1.19	13.8	121.9
9ヶ月後 (H24.12)	7.12	3.97	42.98	33.40	2.44	1.51	2.63	2.86	0.95	8.6	86.4
12ヶ月後 (H25. 3)	7.27	3.57	64.80	35.80	2.38	1.96	1.84	3.36	1.32	16.6	100.7
15ヶ月後 (H25. 6)	6.99	2.12	67.60	28.00	2.12	1.40	0.95	3.20	1.05	14.5	105.8
18ヶ月後 (H25. 9)	6.81	2.44	72.50	37.30	2.51	1.94	1.01	3.74	1.27	15.3	99.3
21ヶ月後 (H25.12)	7.20	1.16	73.60	36.60	2.44	1.68	0.79	3.62	1.07	13.5	97.3
24ヶ月後 (H26. 3)	7.15	0.90	74.70	34.90	2.43	1.90	0.58	4.04	1.11	13.8	99.3
27ヶ月後 (H26. 6)	7.38	0.43	51.86	34.50	2.62	1.76	0.40	4.03	1.09	13.3	99.3
30ヶ月後 (H26. 9)	7.24	0.45	65.89	35.80	2.40	1.65	0.74	3.70	0.98	12.7	101.4
33ヶ月後 (H26.12)	7.47	0.45	76.19	34.00	2.41	1.70	0.43	4.16	1.13	13.7	98.0
平均値	7.24	2.26	59.74	32.62	2.39	1.69	1.31	3.27	1.10	14.4	99.8
±S.D.	0.20	1.62	14.83	4.56	0.13	0.19	0.80	0.96	0.12	2.8	8.8

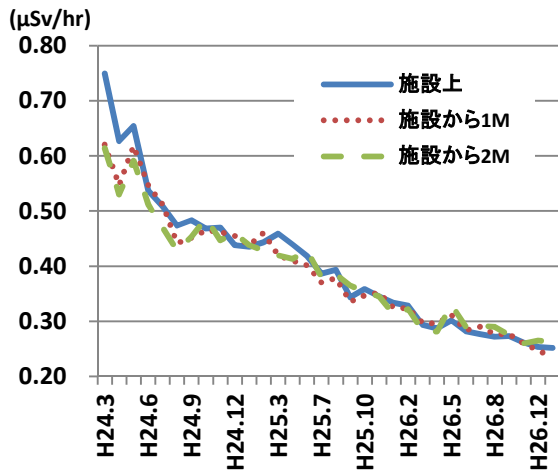


図1 施設空間線量(地上10cm)

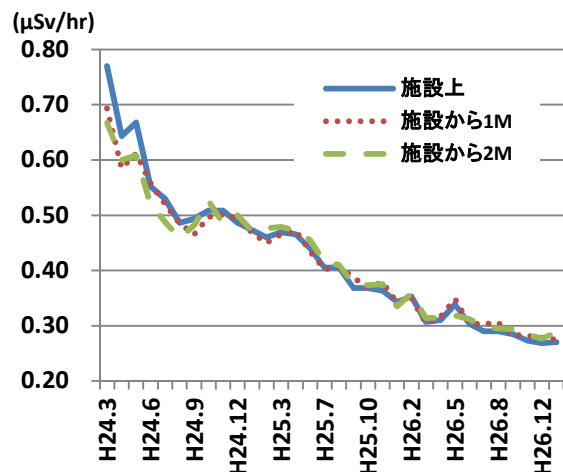


図2 施設空間線量(地上100cm)

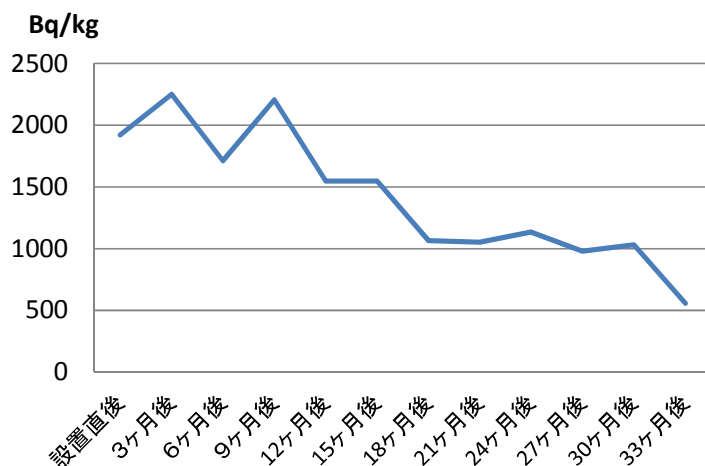


図3 保管堆肥の放射性Cs濃度の推移

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

保管シートの撤去に際しては、細心の注意を払って実施し、極力設置場所の汚染が少ない様にする。

13 大規模酪農家向けの搾乳関連排水処理施設管理技術における原単位の策定

担当部署名：環境飼料部 畜産環境研究室

担当者名：○黒澤良介、木下強、福島正人、前田綾子

研究期間：平成 23～平成 26 年度（完了） 予算区分：県単

1. 目的

近年、県内では酪農家の規模拡大により、フリーストール・ミルクパーラーの導入が進んでおり、今後は、搾乳関連排水処理施設(以下、処理施設)の導入も進むと考えられる。しかし、処理施設設計のために必要な原污水の「排水濃度」については、いくつかの知見があるが、「排水量」については知見が少ない。

以上のことから、県内の既設処理施設を調査することで、排出污水の量及び性状(BOD 濃度等)を把握し、処理施設設計に必要な指標（原単位）を設定することを目指す。

2. 方法

4カ年で合計 11 戸の酪農家の処理施設にて、以下の項目について調査を行った。また、搾乳時に発生する原污水の量及び水質を把握するため、当センターの処理施設にて調査を実施した。

(1)処理施設の現地調査

ア 処理方式及び規模など施設概要について（聞き取り）

イ 搾乳頭数及び搾乳状況(聞き取り)

ウ 1日当たりの平均排水量及び1頭当たりの排水量

現地施設を以下の3つの方法により調査した。すなわち、①污水発生時のポンプ稼働時間から水量を推定する方法、②上水道に水量計を設置する方法、及び③一日分の污水を貯留し、水量の合計を測定する方法の3つである

エ 排水及び処理水の水質分析(BOD、COD、SS、pH、大腸菌群数)

オ 処理施設におけるばっ気槽の状態(MLSS、MLVSS、SV30、DO)

(2)センターにおける排水量及び水質調査

ア 対象污水(搾乳時排水、バルク・パイプライン洗浄水、待機洗浄水、搾乳室洗浄水)それぞれの污水を貯留し、水量の合計を測定した。

イ 污水の排水量及び水質分析

上記方法に準じる。

3. 結果の概要

平均搾乳頭数は 121 頭であり、搾乳施設はパラレルダブルがほとんどであった。また、搾乳回数は朝夕 2 回が主で、1 戸だけ 1 日に 3 回という事例があった（表 1）。

総排水量は 11 戸平均で 6,972L/日であり、搾乳牛 1 頭あたりの平均排水量は 64L/日/頭であった。また、洗浄床面積あたりの平均排水量は 77L/日/m²であった。

処理する排水の内訳としては、バルク及びパイプラインの洗浄水、パーラー及び待機場洗浄水がほとんどであったが、その他にパスタライザー冷却水やプレートクーラー洗浄水が入る事例もあった。また、床については、搾乳施設の床のみが主であり、待機場洗浄水まで入る事例は 1 戸のみであった（表 2）。

調査した中では、排水の内訳が『バルク・パイプライン洗浄水』、及び『施設及び待機場洗浄水』のみの場合だと搾乳頭数と総排水量との間に高い相関(R=0.82)が見られた。また、この条件での総排水量は、『搾乳頭数×40+1,500』という計算式により算出が可能であった（図 1）。

調査排水の BOD 濃度の平均は 1,129mg/L であり、処理対象の排水の内訳により大きく変動した。污水がバルク・パイプライン洗浄水のみ及び搾乳処理施設床洗浄水のみだと 913mg/L だが、そこに待機場床洗浄水が加えると 2,067mg/L と BOD 濃度が高くなった。

センターにおける搾乳関連排水の内訳毎の汚水量はバルク及びパイプライン洗浄水が全体の7割を占めていた。これは、センターにおける搾乳体系で、搾乳施設及び待機場で排せつされたふんをこまめに除ふんする事、及び洗浄に高压洗浄機を用いる事が原因と考えられる。一方、高压洗浄機による洗浄水の BOD 濃度は非常に高くどちらも 2,000mg/L を超過していた。また、施設内での牛のふん排せつ状況は、搾乳施設と待機場で差は無く、搾乳牛全体の 13% 程度であった。

[具体的データ]

表 1 調査農家の施設概要

農家	搾乳頭数 (頭/日)	搾乳施設		バルク 容量(L)	洗浄床面積(m ²) (うち待機場)
		種類(ストール数)			
A	32	ヘリンボーンS (8)		2,600	0 (0)
B	46	パラレルW (16)		3,000	100 (0)
C	52	パラレルW (16)		8,000	41 (0)
D	80	パラレルW (8)		5,200	99 (0)
E	109	パラレルW (16)		5,200	97 (0)
F	120	パラレルS (10)		4,200	96 (62)
G	127	パラレルW (20)		6,000	116 (0)
H	140	パラレルW (20)		6,200	110 (0)
I	170	パラレルW (20)		6,000	83 (0)
J	195	パラレルW (28)		6,000	310 (163)
K	250	パラレルW (24)		8,400	143 (0)
平均値	120		(17)	5,527	109 (-)
±S.D.	67		(6)	1,801	77 (-)

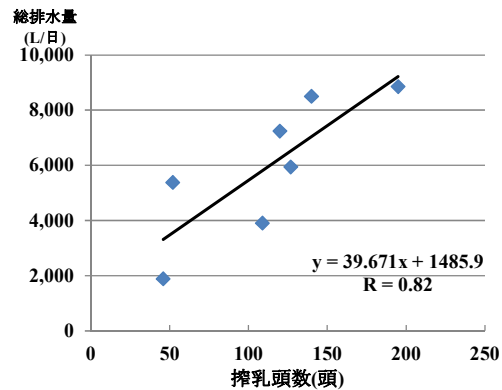


図 1 総排水量と搾乳頭数の関係

表 2 処理施設からの排水量及び水質

農家	総排水量 (L/日)	排水の内訳				1頭あたりの 排水量 (L/日/頭)	洗浄床面積 あたりの排水量 (L/日/m ²)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)
		バルク洗浄水 (L/日)	パイプライン洗浄水 (L/日)	その他※ (L/日)						
A	2,022	160 (7.9%)	960 (47.5%)	902 (44.6%)	63	-	373	210	219	
B	1,884	220 (1.2%)	1,200 (63.7%)	464 (24.6%)	41	19	544	1,001	1,793	
C	5,375	320 (6.0%)	960 (17.9%)	4,095 (76.2%)	103	131	1,818	1,337	2,175	
D	10,400	420 (4.0%)	1,000 (9.6%)	8,980 (86.3%)	130	105	397	427	431	
E	3,907	300 (7.7%)	1,800 (46.1%)	1,807 (46.2%)	36	40	736	708	1,140	
F	7,240	500 (6.9%)	800 (11.0%)	5,940 (82.0%)	60	76	2,055	1,427	1,262	
G	5,940	200 (3.4%)	800 (13.5%)	4,940 (83.2%)	47	51	951	713	1,293	
H	8,500	420 (4.9%)	1,000 (11.8%)	7,080 (83.3%)	61	77	1,420	1,722	1,587	
I	17,000	350 (2.1%)	1,771 (10.4%)	14,879 (87.5%)	100	206	335	128	153	
J	8,856	294 (3.3%)	1,600 (18.1%)	6,962 (78.6%)	45	29	2,067	1,419	1,788	
K	5,570	300 (5.4%)	2,400 (43.1%)	2,870 (51.5%)	22	39	1,718	2,726	3,562	
平均値	6,972	317 (5.7%)	1,299 (26.6%)	5,356 (67.7%)	64	81	1,129	1,074	1,400	
±S.D.	4,285	102	519	4,172	33	57	701	761	980	

※その他としては、パーラー及び待機場洗浄水、バスターライザー冷却水、プレートクーラー冷却水

表 3 搾乳時に発生する汚水及び排泄物の量及び性状について

	排水量 (L/日)	水質			施設での排糞状況	
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	総量 (kg/回)	頭数(頭) (頭/回)
バルク・パイプライン洗浄水	1,528 (68%)	2,574	850	850	-	-
搾乳雑排水	256 (11%)	1,169	1,242	1,242	-	-
パーラー	268 (12%)	2,036	2,026	2,026	11	4 (12%)
待機場	190 (8%)	2,453	2,609	2,609	11	5 (13%)

調査は5月、8月、及び11月の計3回実施

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

搾乳頭数から排水量を推定することは可能であるが、施設洗浄を搾乳施設のみか待機場も含めるかで BOD 濃度が変わるので注意する必要がある。また、廃棄乳は必ず堆肥化するなど別処理をする必要がある。

今後は搾乳雑排水処理施設のより簡易な管理方法について検討する。

14 低コスト臭気抑制対策技術の確立

担当部署名：栃木畜酪研・環境飼料部・畜産環境研究室

担当者名：前田綾子、黒澤良介、木下強

研究期間：平成26年度～27年度（新規） 予算区分：県単

1. 目的

畜産経営に起因する環境汚染問題に関する苦情件数の約63%は悪臭に関するものであり、特に養豚・養鶏の件数は多い。また、苦情を受けた農家の対応策は脱臭資材などの対症療法が中心であり、根本的な解決にまで至っていないのが実情である。加えて悪臭に関する知見の多くはふん尿処理に関わるものであり、家畜や畜舎全体に関わるものは少ない。前年度まで行っていた「豚舎臭気発生要因の解明」の試験で確認した豚舎から発生する臭気（低級脂肪酸、アンモニア）を低減する低コスト脱臭技術を確立することを目的とする。

2. 方法

- (1) 試験資材
- | | |
|----------|--|
| 鉱物系資材 | 大谷石(2mm～20mm ゼオライト含有)
鹿沼土(5mm～20mm) |
| バイオマス系資材 | 麦わら(切断長30～50mm)
剪定枝(切断長10～20mm) |
| 対照区 | ロックウール(市販の脱臭資材) |
| 無処理区 | 資材無し |
- (2) 臭気源 当センターの豚ふん臭気実測濃度に基づき試薬を調整
低級脂肪酸(プロピオン酸12.8g/L、ノルマル酪酸10.7g/L、イソ吉草酸1.8g/L、
ノルマル吉草酸2.7g/L)・アンモニア(1.3g/L)
pH6.2
- (3) 分析項目 低級脂肪酸、アンモニア
- (4) 試験期間 1資材につき1週間(臭気測定 1週間に3回)
- (5) 試験装置 円筒容器(960ml、直径9.4cm)に臭気減の溶液を100ml入れ、ヘッドスペース部分に通気量1L/分で空気を流して臭気を発生させた。試験区と対照区は、発生させた臭気を脱臭資材(円筒用器 直径8cm×30cm)に通して、脱臭性能を比較した(図1)。

3. 研究期間を通じての成果の概要

(1) 低級脂肪酸について

4つの資材を現在市販されている脱臭資材(ロックウール)を対照区として比較した。無処理区は、臭気強度4以上で常に強い臭いが発生していた。無処理区と比較して、対照区、各資材ともほぼ2.5以下で、やや弱い臭いとなっており臭気の発生は抑制されていた。鹿沼土以外、対照区と同程度以上に臭気の発生は抑制されていた(表1～5)。

(2) アンモニアについて

臭気源を豚ふんの臭気実測濃度としたため無処理区でもアンモニアがほとんど発生しなかった。そのため、資材の臭気発生抑制効果を確認することができなかった。

[具体的データ]

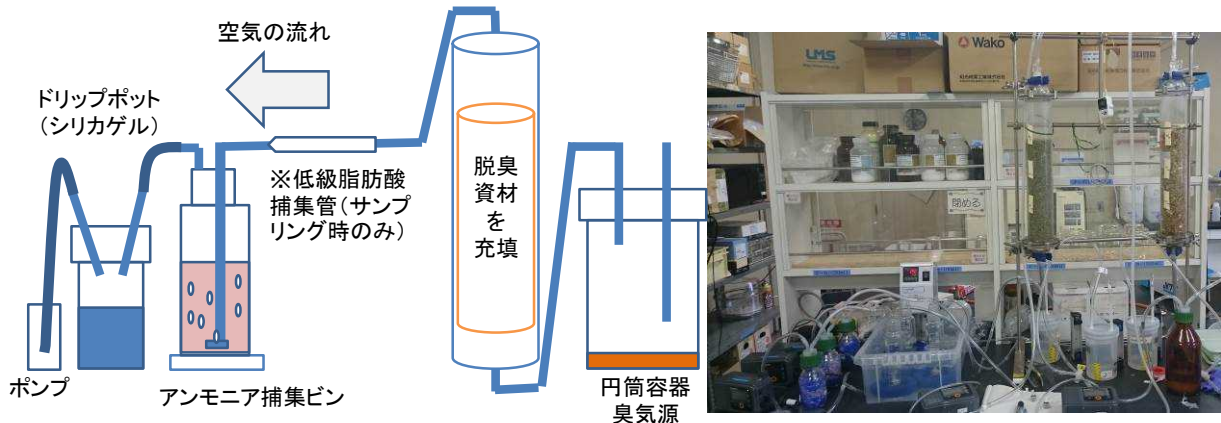


図1 脱臭資材試験装置の概要（左：略図、右：装置写真）

表1 大谷石の臭気抑制効果について（臭気強

	プロピオン酸			ノルマル酪酸			イソ吉草酸			ノルマル吉草酸		
	大谷石区	対照区	無処理区	大谷石区	対照区	無処理区	大谷石区	対照区	無処理区	大谷石区	対照区	無処理区
1日目	0.0	1.5	4.5	ND	ND	6.1	ND	1.9	4.7	ND	ND	6.1
4日目	1.1	1.0	4.6	ND	ND	6.2	ND	2.7	4.8	ND	ND	6.2
7日目	0.4	0.3	4.6	ND	ND	6.2	ND	ND	4.8	ND	ND	6.2

表2 鹿沼土の臭気抑制効果について（臭気強度）

	プロピオン酸			ノルマル酪酸			イソ吉草酸			ノルマル吉草酸		
	鹿沼土区	対照区	無処理区	鹿沼土区	対照区	無処理区	鹿沼土区	対照区	無処理区	鹿沼土区	対照区	無処理区
1日目	0.1	0.7	4.4	ND	ND	6.1	2.4	ND	4.7	2.5	ND	6.0
4日目	ND	0.3	4.4	ND	ND	6.1	ND	ND	4.8	ND	ND	6.1
7日目	0.9	1.0	4.6	2.8	ND	6.2	2.4	ND	4.8	2.2	ND	6.2

表3 麦ワラの臭気抑制効果について（臭気強度）

	プロピオン酸			ノルマル酪酸			イソ吉草酸			ノルマル吉草酸		
	麦ワラ区	対照区	無処理区	麦ワラ区	対照区	無処理区	麦ワラ区	対照区	無処理区	麦ワラ区	対照区	無処理区
1日目	0.3	0.7	4.3	ND	ND	6.0	ND	1.8	4.6	1.5	1.0	5.9
4日目	0.1	0.0	4.5	ND	ND	6.1	ND	2.0	4.7	ND	ND	6.0
7日目	0.7	0.3	4.5	ND	ND	6.2	ND	ND	4.8	ND	ND	6.2

表4 剪定枝の臭気抑制効果について（臭気強度）

	プロピオン酸			ノルマル酪酸			イソ吉草酸			ノルマル吉草酸		
	剪定枝区	対照区	無処理区	剪定枝区	対照区	無処理区	剪定枝区	対照区	無処理区	剪定枝区	対照区	無処理区
1日目	1.0	0.8	4.5	ND	3.0	6.1	ND	2.2	4.8	ND	2.4	6.2
5日目	0.9	1.0	4.5	ND	2.8	6.1	ND	2.0	4.8	ND	2.0	6.1
8日目	0.6	1.0	4.4	ND	ND	6.1	ND	ND	4.8	ND	ND	6.1

表5 臭気強度について（参考資料 悪臭防止法より）

臭気強度	内容	
0.0	無臭	
1.0	やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)	
2.0	何のにおいであるかがわかる弱いにおい(認知閾値濃度)	
2.5	やや弱いにおい	
3.0	楽に感知できるにおい	規制基準
3.5	やや強いにおい	
4.0	強いにおい	
5.0	強烈なにおい	

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

- (1) 今回の測定は1週間程度だったため、長期間の臭気抑制効果について調査する予定。
- (2) アンモニアについては、臭気源を豚舎で発生する程度（10～20ppm（現地調査結果より））になるように pH や濃度を調整し、再度測定する予定。

15 飼料作物栽培における堆肥の適正施用技術の開発

担当部署名：環境飼料部 畜産環境研究室

担当者名：○前田綾子、木下強、黒澤良介

研究期間：平成24年度～26年度（完了） 予算区分：県単

1. 目的

暫定許容値（400Bq/kg）を超える放射性セシウム（Cs）を含む堆肥であっても8,000Bq/kg以下ならば、自己の飼料作物生産ほ場に施用可能である。しかし生産者の中には、放射性Cs含有堆肥施用による飼料作物への放射性Csの移行を懸念して、堆肥の処理利用に不安を感じている状況も見られる。そこで、放射性Cs含有堆肥を施用してオーチャードグラスについて放射性Csの影響を調査した。また放射性Cs含有堆肥を連年施用した場合のイタリアンライグラス（2年目）及び飼料用トウモロコシ（3年目）及びへの影響について調査した。

2. 方法

(1) 全試験共通項目

- ア 実施場所 栃木県畜産酪農研究センター内ほ場（表層多腐植質黒ボク土）
- イ 供試品種及び栽培期間 表1のとおり
- ウ 区の設定 対照区：化成肥料のみで栽培（オーチャードグラスの追肥は尿素肥料を使用）
試験区：放射性Cs含有堆肥（牛ふん堆肥）を播種直前に施用し、ロータリーで土と混合した後、栽培（化学肥料は尿素肥料のみを使用）

(2) 試験1. オーチャードグラスにおける放射性Cs含有堆肥単年施用試験

- ア 施用量及び供試堆肥 表2のとおり

(3) 試験2. 放射性Cs含有堆肥連年施用試験

- ア 施用量 表3のとおり
- イ 供試堆肥 前年と同じ放射性Cs濃度（3区）の異なる堆肥を施用（表3）

3. 結果の概要

(1) 試験1. オーチャードグラスにおける放射性Cs含有堆肥単年施用試験（表2）

放射性Cs含有堆肥（7,460Bq/kg）を3t/10a以上施用すると対照区と比較して土壤の放射性Csは増加した。オーチャードグラス中の放射性Csは、対照区と比較して大きな差は見られず、1番草と2番草を比較すると2番草の方が増加したが、牛用飼料の放射性Cs暫定許容値（100Bq/kg）を大幅に下まわった。

(2) 試験2. 放射性Cs含有堆肥連年施用試験（表3）

ア イタリアンライグラス（2年目）

2年続けて同レベルの放射性Cs含有堆肥3t/10aを施用すると土壤の放射性Csは対照区と比較して増加するが、植物中の放射性Csは、対照区と比較して大きな差は認められず牛用飼料の放射性Cs暫定許容値（100Bq/kg）を大幅に下まわった。

イ 飼料用トウモロコシ（3年目）

3年続けて同レベルの放射性Cs含有堆肥4t/10aを施用すると土壤の放射性Csは対照区と比較して増加するが、植物中の放射性Csは、対照区と比較して大きな差は認められず牛用飼料の放射性Cs暫定許容値（100Bq/kg）を大幅に下まわった。

[具体的データ]

表1 供試作物及び栽培期間

供試作物	品種	栽培期間(刈取熟期)
オーチャードグラス	ポトマック	1番草:H25.9.27~H26.5.8(出穂期)、2番草:H26.5.8~6.16(生育期)
イタリアンライグラス	ワセアオバ	H25.10.3~H26.5.2(出穂期)
飼料用トウモロコシ	SH4681	H26.4.17~8.22(黄熟期)

表2 オーチャードグラスにおける放射性Cs含有堆肥単年施用試験結果

試験区	堆肥 施用 量 (t/ 10a)	施用した堆肥 (現物中)		化学肥料 施用 量 N-P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/10a)	1番草 刈取後 の 追肥量 N (kg/10a)	化学肥料及び 堆肥施用直後の 土壌(乾土中)		1番草刈取・追肥直 後の土壌(乾土中)		植物体中の 放射性Cs (水分80%補正 値Bq/kg)	
		放射性 Cs (Bq/kg)	K ₂ O (%)			放射性 Cs (Bq/kg)	交換性 K ₂ O (mg/100g)	放射性 Cs (Bq/kg)	交換性 K ₂ O (mg/100g)	1番草	2番草
対照区	0	-	-	16-16-16	2	1,216	21	1,210	6	3	6
試験区	3	7,460	0.8	11-0-0	2	1,323	25	1,327	11	3	5

表3 放射性Cs含有堆肥連年堆肥施用試験の結果

作物	年	試験区	堆肥 施用 量 (t/ 10a)	施用した堆肥 (現物中)		化学肥料 施用 量 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	化学肥料及び 堆肥施用直後の 土壌(乾土中)		植物体中 の放射性 Cs (水分80% 補正值 Bq/kg)
				放射性 Cs (Bq/kg)	K ₂ O (%)		放射性 Cs (Bq/kg)	交換性 K ₂ O (mg/100g)	
イタリ アンラ イグ ラス	2 年 目	対照区	0	-	-	13-13-13	1,381	45	2
		試験区 A	3	306	0.6	11-0-0	1,467	49	2
		試験区 B	3	2,729	2.6	10-0-0	1,449	111	3
		試験区 C	3	7,460	0.8	8-0-0	1,614	55	2
トウ モロ コシ	3 年 目	対照区	0	-	-	22-22-22	1330	48	2
		試験区 A	4	235	0.6	19-0-0	1362	36	3
		試験区 B	4	2,447	2.0	18-0-0	1566	152	1
		試験区 C	4	4,860	0.6	15-0-0	1795	50	2

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

畜産農家が保有する放射性 Cs 含有堆肥の滞留解消を推進する資料として活用可能である。留意点として自給粗飼料栽培において放射性 Cs 含有堆肥 (8,000Bq/kg 以下) を施用する場合は、農作物施肥基準 (平成 18 年 1 月 栃木県) にもとづく施肥設計を行い、堆肥散布後は丁寧に耕起して土壌と十分に混和すること。