



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

養豚における凝集促進剤を含む固形分の の堆肥化技術マニュアル



令和7年3月

一般財団法人 畜産環境整備機構

はじめに

平成 29 年に肥料取締法（現 肥料の品質の確保等に関する法律）が改正され、指定されている凝集促進剤であれば家畜排せつ物の処理過程で凝集促進剤を使用しているも、その家畜排せつ物を原料にした堆肥は特殊肥料の届け出ができるようになった。

一方、水質汚濁防止法に定める硝酸性窒素等の暫定排水基準値が今後、引き下げられることが必須ななかで、養豚農家での増頭等により既設の浄化処理設備への固形物の流入の増加により適正な浄化処理が困難になっている農家が多い。この改善のため、最近、豚舎汚水などの前処理段階で凝集促進剤を使用して固液分離を促進する方法を採用する養豚農家が増えている。これにより、凝集促進剤を使用した固液分離により得られる固形分を堆肥化するための技術が求められている。また、当該固形分由来の堆肥については、堆肥としての機能などが未確定なところがあり、堆肥を利用する耕種農家側も凝集促進剤の存在に不安をいだいて利用を回避するケースもみられることから、早急に堆肥としての機能確認や利用技術を確立する必要がある。

この状況を改善するため、本事業では凝集促進剤を使用した固液分離により得られる固形分の堆肥化について、国内の畜産農家において実態調査を行うとともに、当該固形分を適正に堆肥化する技術、さらにはここで製造される堆肥の利用技術の研究成果をとりまとめた。

本手引き書が、養豚を主とした畜産経営において堆肥生産に取り組まれている生産者、行政機関等の関係者の皆様方の一助となり、畜産振興の推進に資することができれば幸甚である。

令和 7 年 3 月

一般財団法人 畜産環境整備機構

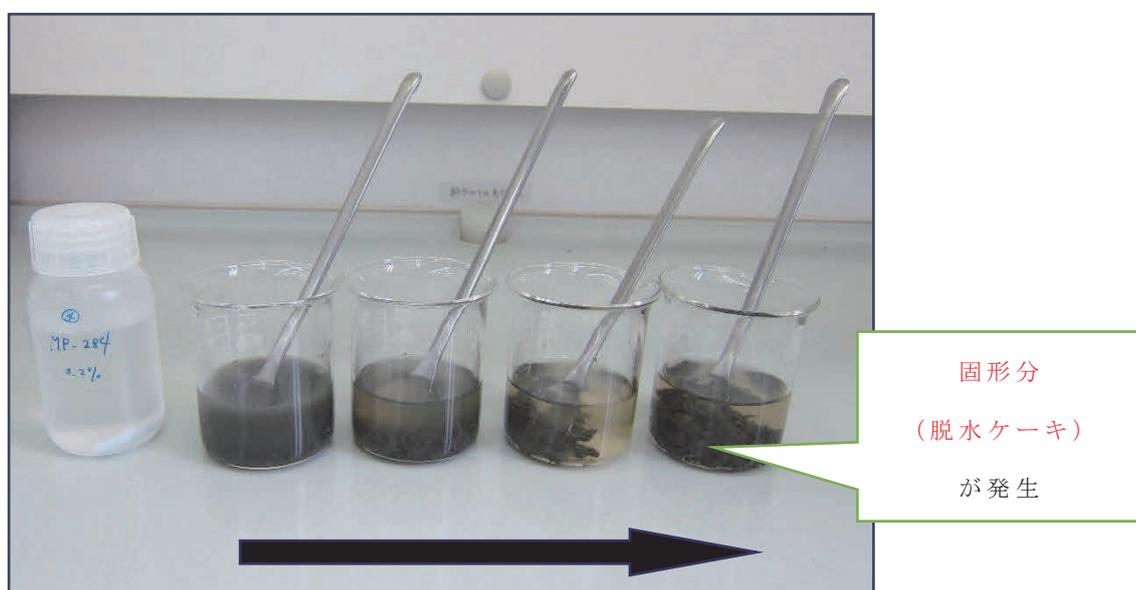
-もくじ-

本事業の目的	1
肥料取締法の改正について（現 肥料の品質の確保等に関する法律）	2
【成果 1】凝集促進剤を含む固形分の堆肥化に関する実態調査	4
【成果 2】家畜ふん混合による堆肥化条件の策定	10
【成果 3】熱量源添加による堆肥化条件の策定	16
【成果 4】最適堆肥化条件による堆肥化技術の実証	20
【成果 5】凝集促進剤を含む堆肥の栽培試験	24
【成果 6】凝集促進剤の添加量が汚水処理施設に及ぼす影響	32
【成果 7】脱水ケーキの放置が pH へ及ぼす影響	34
事業推進委員会名簿及び執筆者	36

本事業の目的

- ・ 豚舎汚水処理では、凝集促進剤*添加後に固液分離機で分離した固形分（脱水ケーキ）は含水率が高く、易分解性有機物の含有量も少なく発酵熱も十分に得られないなど、良好な堆肥化を行うには困難な場合が多いです。
- ・ 凝集促進剤を含む固形分の排出実態を調査するとともに、当該固形分の堆肥化技術、製造される堆肥の利用技術を確立し普及を図ることを目的としました。

*汚水中の有機物などの汚れ成分を凝集させてまとめて大きくして固形分として分離できるようにする資材のこと。畜産業では畜舎汚水を浄化処理する際に使用されています。



凝集促進剤の添加量に応じて、汚水がきれいになる！

肥料取締法の改正について (現 肥料の品質の確保等に関する法律)

指定された凝集促進材を動物の排せつ物の処理に使用したものを原料とする肥料については、「堆肥」等の特殊肥料として都道府県知事への届出のみで生産・販売できるようになりました。

平成 29 年に肥料取締法(現 肥料の品質の確保等に関する法律)が改正され、以前は動物の排せつ物の処理に凝集促進材を使用したものを原料とする肥料を生産・販売するためには、「し尿汚泥肥料」や「汚泥発酵肥料」等の普通肥料として農林水産大臣の登録を受けることが必要(図 1)でしたが、改正後は指定された凝集促進材(図 2)を動物の排せつ物の処理に使用したものを原料とする肥料については、「堆肥」等の特殊肥料として都道府県知事への届出のみで生産・販売できることになりました。

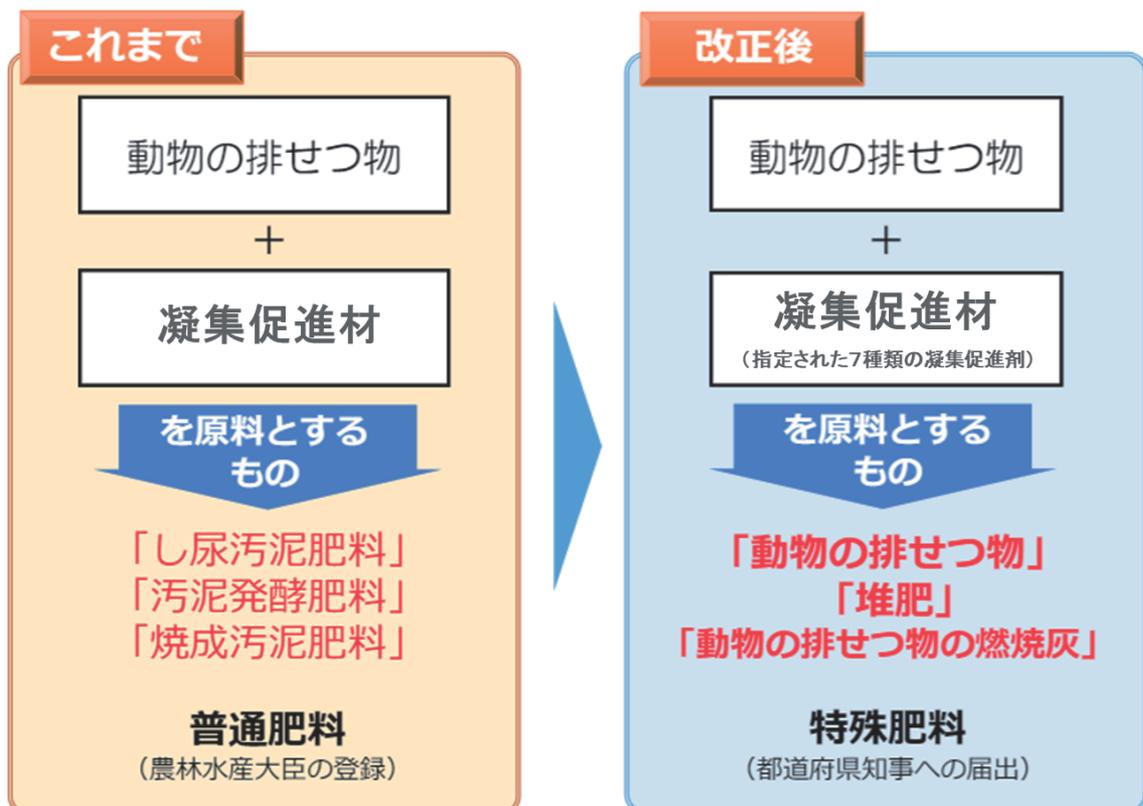


図 1 平成 29 年の肥料取締法改正のポイント
(2017 農林水産省 消費・安全局農産安全管理課)

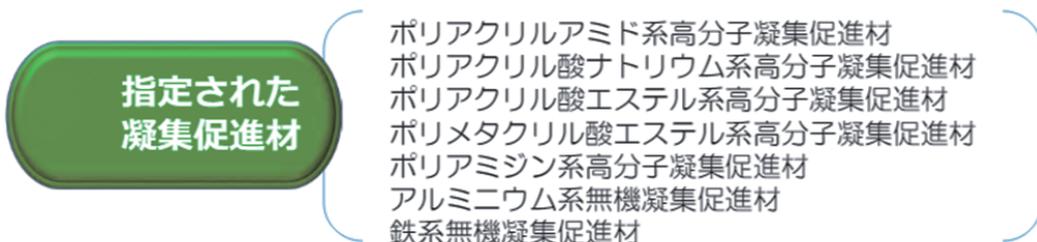


図2 指定された凝集促進材*
(2017 農林水産省 消費・安全局農産安全管理課)

*凝集沈殿処理に使われるものを凝集促進剤と呼ぶが、その中でもPAC、硫酸バンド、ポリ鉄などの無機系凝集剤とは別にポリアクリルアミド系高分子凝集促進材、ポリアクリル酸ナトリウム系高分子凝集促進材、ポリアクリル酸エステル系高分子凝集促進材、ポリメタクリル酸エステル系高分子凝集促進材、ポリアミジン系高分子凝集促進材の有機系凝集材のことを高分子凝集促進材と呼んでいる。なお、当マニュアルでは用語として『高分子凝集促進材』を『凝集促進剤』と表現しています。また、図表中では文字数の関係から「凝集剤」と省略して表現しています。

【成果 1】凝集促進剤を含む固形分の堆肥化に関する実態調査

アンケート調査より、多くの農家では脱水ケーキを重量割合 10～30%程度でふんに加えて堆肥化していました。汚泥脱水の方式として前搾り方式（余剰汚泥を含む原污水に凝集促進剤を添加し、処理する污水の負荷量を低減する方法）が多く採用されていました。

実態調査より、使用していた凝集促進剤は、すべて指定された凝集促進剤でした。また、活性汚泥浄化処理装置から排出される余剰汚泥のみを堆肥化している例はなく、し渣あるいは尿污水の固形分を混合して堆肥化していました。

1) 試験内容

畜産農家（32 農場）にて凝集促進剤を含む固形分の発生状況、使用している凝集促進剤の種類、凝集促進剤の使用量、脱水機の種類等を調査しました。また、養豚農家（5 施設）の飼養状況、污水浄化処理方法、脱水機の種類、脱水ケーキや堆肥等の成分分析を実施しました。

2) 試験結果

- (1) アンケート調査より、多くが一貫経営（88%）で、活性汚泥による污水处理の形式が連続式 50%、回分式が 44%でした（図 1、2）。
- (2) 多くの農家では脱水ケーキを重量割合 10～30%程度でふんに加えて堆肥化していました（図 3）。
- (3) 汚泥脱水の方式として前搾り方式（余剰汚泥を含む原污水に凝集促進剤を添加し、処理する污水の負荷量を低減する方法）が多く採用されていました（図 4）。脱水機の種類は、スクリーンプレスが 47%、楕円型固液分離装置 16%、多重円盤型が 16%、ベルトスクリーンが 9%を占めていました（図 5）。
- (4) 脱水ケーキは、ふんと堆肥化している農家が 88%を占め（図 6）、堆肥化方法は、密閉縦型堆肥化装置が 67%を占めました（図 7）。
- (5) 飼養頭数から凝集促進剤使用量について集計した結果、前搾り方式を採用している 17 農場中 10 農場（約 59%）が過剰でした（図 8）。また、余剰汚泥のみ脱水している 7 農場中 3 農場（約 43%）がやや過剰でした（図 9）。
- (6) 実態調査の農場概要を表 1 に示しました。
- (7) 実態調査より、使用していた凝集促進剤は、すべて指定された凝集促進剤でした。また、活性汚泥浄化処理装置から排出される余剰汚泥のみを堆肥化している例はなく、し渣あるいは尿污水の固形分を混合して堆肥化していました。
- (8) 調査農場の詳細について、C 農場のみについて示しました。この農場は、余剰汚泥脱水方式を採用し、脱水ケーキは全量他のふんと堆肥化を行っていました。

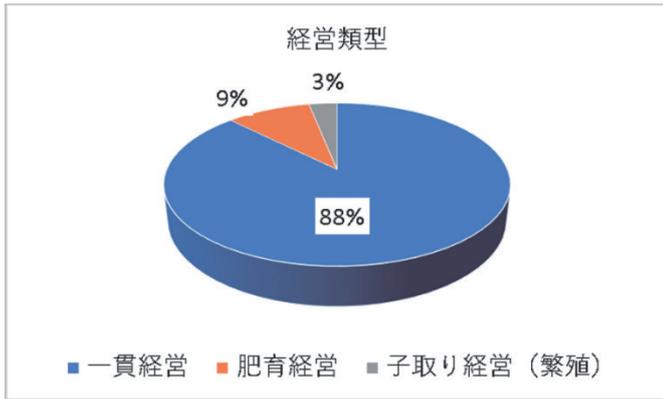


図1 経営類型 (32 農場)

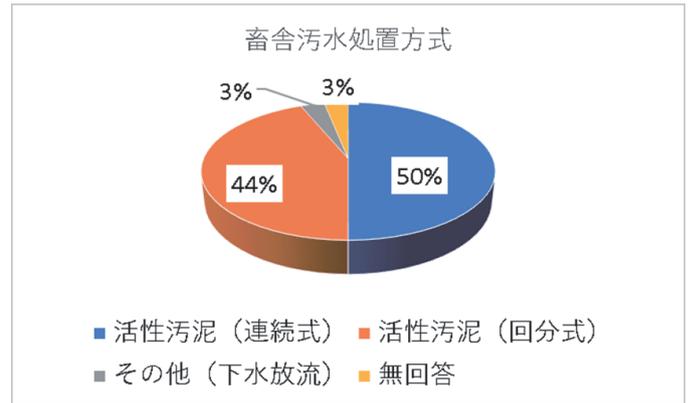


図2 汚水の処理方式

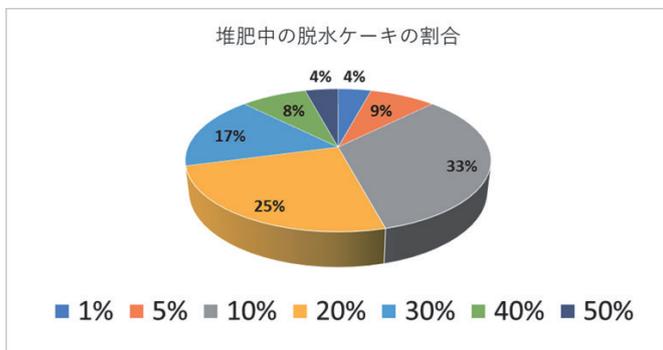


図3 堆肥中の脱水ケーキの割合

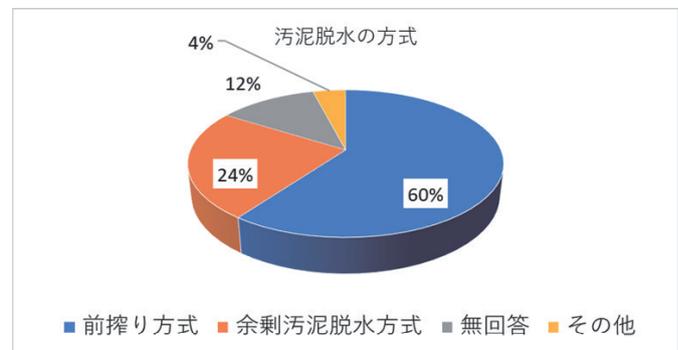


図4 汚泥脱水の方式

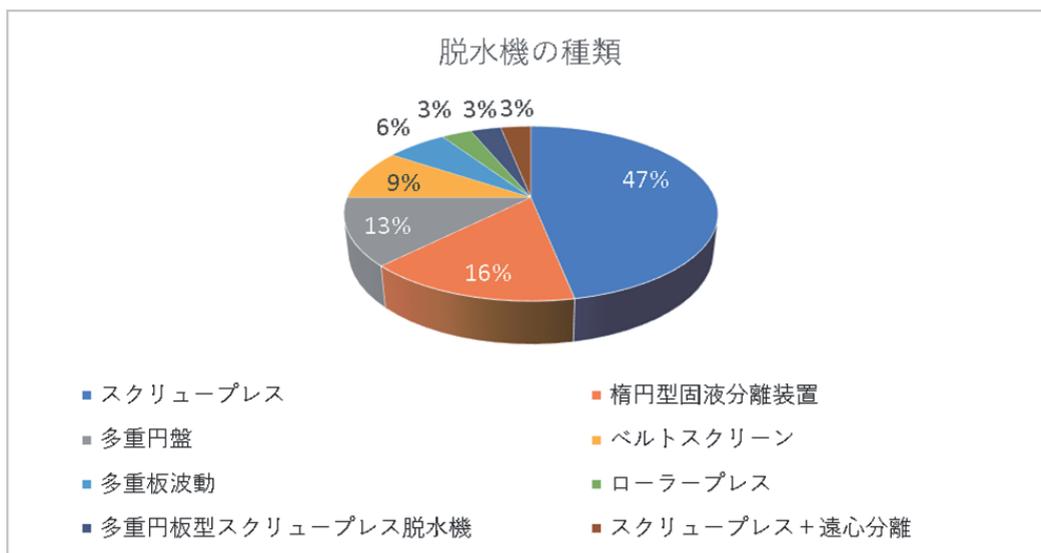


図5 脱水機の種類

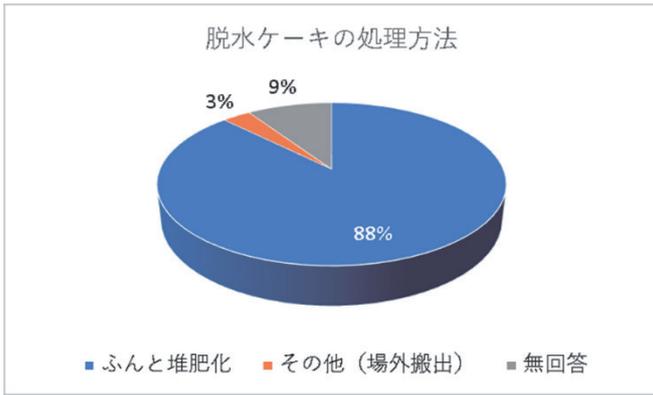


図6 脱水ケーキの処理方法

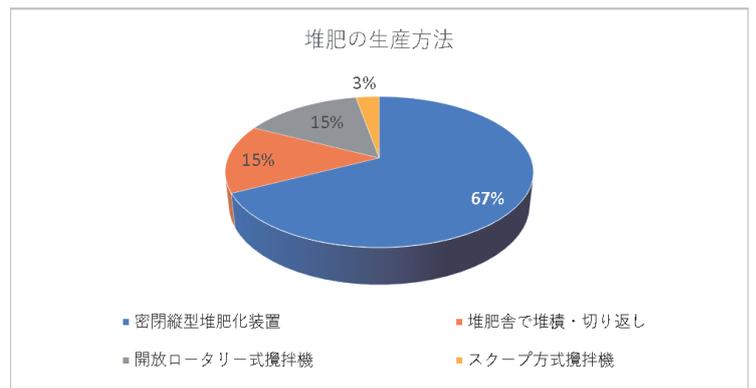


図7 堆肥の生産方法

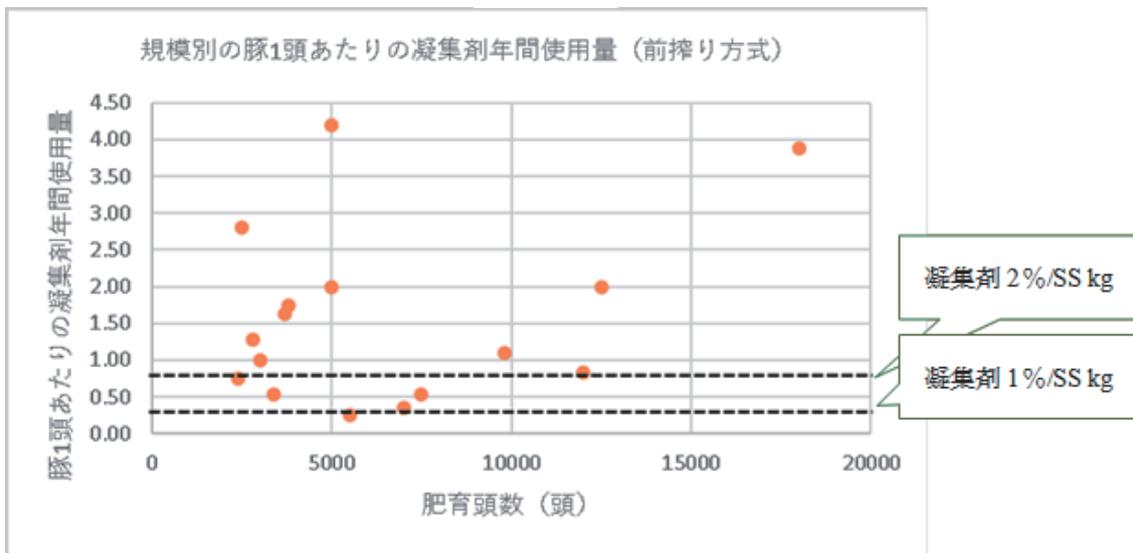


図8 前搾り方式を採用している農場の凝集剤使用量の実態

高分子凝集剤0.2%溶液を汚水量に対して2.5~5%添加（凝集剤1-2%/SS kg）を適正範囲とした。

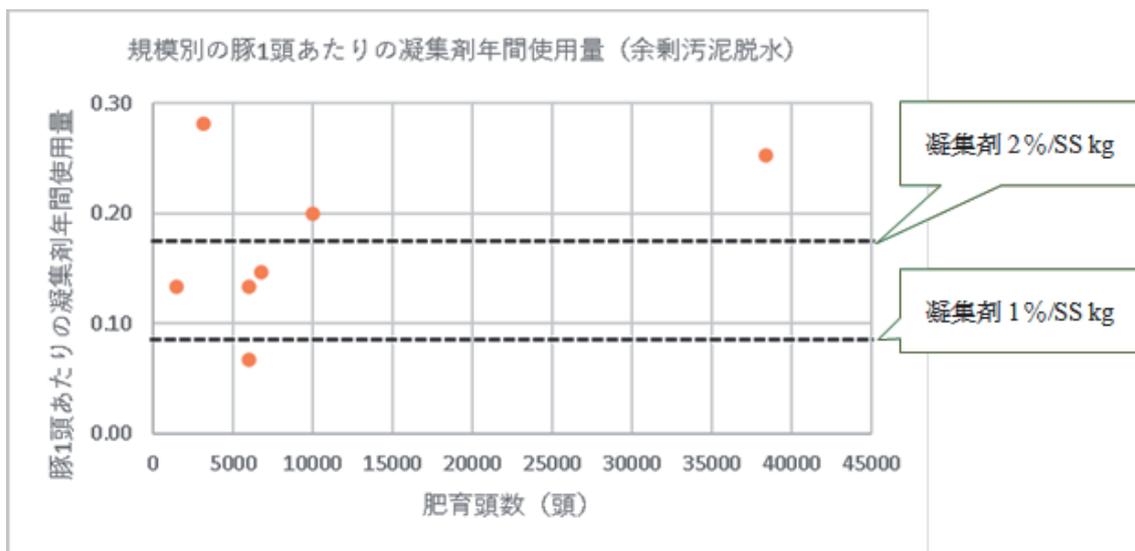


図9 余剰汚泥脱水方式を採用している農場の凝集剤使用量の実態

表1 実態調査した農場の概要

農場	飼養状況	汚水浄化処理法	固液分離機	固液分離状況	堆肥化装置
			凝集剤		
A	母豚 270 頭 一貫	連続式活性汚泥法	楕円型固液分離装置	前搾り方式	密閉縦型 堆肥化装置
			ポリアクリルアミド 凝集促進剤		
B	母豚 200 頭 一貫	連続式活性汚泥法	多重板波動	前搾り方式	密閉縦型 堆肥化装置
			ポリアクリルアミド 凝集促進剤		
C	肥育豚 2000 頭飼養	複合 ラグーン	楕円型固液分離装置	余剰汚泥 脱水方式*	密閉縦型 堆肥化装置
			ポリアクリルアミド 凝集促進剤		
D	母豚 600 頭 一貫	複合 ラグーン	スクリーンプレス	余剰汚泥 脱水方式	開放・回行型 堆肥化装置
			ポリアクリルアミド 凝集促進剤		
E	母豚 1050 頭 一貫	ラグーン	スクリーン	前搾り方式	開放・直線型 堆肥化装置
			ポリアクリルアミド 凝集促進剤		

*余剰汚泥のみを凝集促進剤で凝集する方式

C 農場

飼養状況 (R5.1.6 現在)

離乳舎：160 頭、肥育舎：2080 頭

1) 離乳舎はウィンドレス豚舎で側壁換気方式、ふん尿混合豚舎。豚が全頭いなくなるときにふん尿を全量排出する。肥育豚舎はウィンドレス豚舎で妻側換気方式、スクレーパーによるふん尿固液分離豚舎。

2) ふん尿処理方式は、離乳舎のふん尿混合液と肥育舎の固液分離液（尿污水）は、振動篩により、し渣を分離した後複合ラグーン（写真 1）に投入、浄化処理されたのち余剰汚泥は凝集剤を添加した後、し渣と固液分離の固形分とともに密閉縦型堆肥化装置（コンポ）で堆肥化される。浄化処理液は放流。余剰汚泥の脱水液は複合ラグーンに戻す（図 10、写真 1）。

3) 余剰汚泥の引扱は毎日行う。

凝集促進剤の名称：高分子凝集剤カチオン C-369H

凝集促進剤の使用量：720kg/年

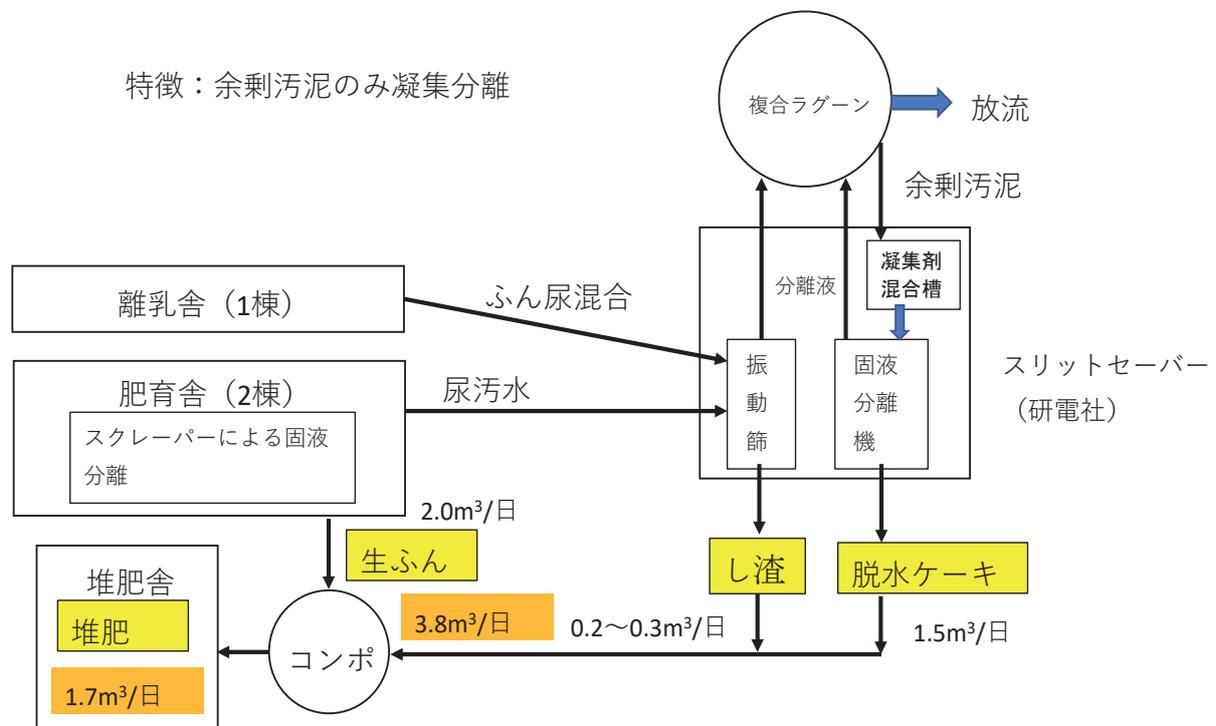
脱水機名：スリットセーバー（(株) 研電社製）（多板式）

4) 余剰汚泥の脱水ケーキ量：約 1.5m³/日 し渣量:0.3m³/日

コンポに投入される堆肥原料（固液分離された固形分とし渣、余剰汚泥の脱水ケーキ）：
3.8 m³/日

5) コンポから排出される堆肥の量：1.7 m³/日、 堆肥の水分：36.8%

6) サンプルングした材料の分析を表 2 に示す。



(堆肥としての減容率 55%)

図 10 C 農場のふん尿処理の流れ



写真1 複合ラグーン

表2 C農場の尿污水处理施設の材料（堆肥等）分析

分析項目	単位	し渣（振動篩通過後）	余剰汚泥（脱水ケーキ）	生ふんのみ	コンポ排出後（製品堆肥）	二次処理堆肥（数ヶ月間堆積）
水分	%（現物）	77.5	85.4	74.6	36.8	35.1
粗灰分	%（乾物）	6.0	21.5	18.2	30.5	39.6
pH		6.7	7.3	6.1	7.0	7.1
EC	mS/cm	3.5	4.2	9.8	6.8	7.3
窒素全量	%（乾物）	2.2	7.3	4	3.5	4.2
燐酸全量	%（乾物）	1.5	6.8	5.9	9.9	12.8
加里全量	%（乾物）	1.0	1.3	2.8	3.8	4.2
石灰全量	%（乾物）	2.2	8.1	5.6	9.8	12.7
苦土全量	%（乾物）	0.4	2.3	2.1	3.4	4.5
C/N比		22.0	6.1	11.1	10.4	7.7
銅全量	mg/kg（現物）				260	340
亜鉛全量	mg/kg（現物）				650	810
鉄全量	mg/kg（現物）				3200	3600
Mn全量	mg/kg（現物）				770	1000
発芽率	%				96	100
酸素消費量	μg/g/min				6.7	5.5
水分	%（現物）	75.9	84.3	74.2	36.3	33.5
高位発熱量 （無水ベース）	kJ/kg	18930	18960	17840	14160	12720
	cal/g	4520	4530	4260	3380	3040
高位発熱量 （現物ベース）	kJ/kg	4570	2980	4600	9020	8470
	cal/g	1090	710	1100	2160	2020
低位発熱量	kJ/kg	2320	650	2380	7430	7010
	cal/g	550	160	570	1780	1680
肥料成分等：畜産環境技術研究所にて測定 発熱量：（株）埼玉環境サービスにて測定						1 cal=4.184J

【成果 2】 家畜ふん混合による堆肥化条件の策定

小型堆肥化試験装置(かぐやひめ)を用いて凝集促進剤の添加量が異なる脱水ケーキの堆肥化試験を行った結果、凝集促進剤を過剰に添加すると、適正に添加した場合に比べ、通気係数が低く、発酵温度が低く推移したことを明らかにしました。また、堆肥化原料として豚ふん、戻し堆肥、脱水ケーキの混合割合は5:3:2(現物重量比)が良好でした。

1) 試験内容

豚ふんと戻し堆肥と凝集促進剤添加量の異なる脱水ケーキを用いて、小型堆肥化試験装置(かぐやひめ)で堆肥化を実施しました。

2) 試験結果

- (1) 凝集促進剤(濃度0.2w/w%)添加量の異なる脱水ケーキを作成しました(表1)。凝集促進剤の添加量が、汚水量に対して1.0%添加を凝集剤過少区、7.0%添加を凝集剤適正区、15.0%添加を凝集剤過剰区としました。各脱水ケーキの外観を写真1に示します。
- (2) 豚ふんと戻し堆肥と凝集促進剤添加量の異なる脱水ケーキを用いて、小型堆肥化試験装置(写真2)で堆肥化を実施しました。脱水ケーキの凝集促進剤添加量の異なる堆肥化試験に用いた各資材の混合割合を表2に示しました。また、本事業で使用した脱水ケーキの比重は、0.60~0.85kg/Lでした。
- (3) 凝集促進剤添加量の相違による脱水ケーキを添加した堆肥化温度の推移を図1に示しました。これらより、凝集促進剤を過剰に添加した脱水ケーキを堆肥化材料に用いると、凝集促進剤を適正に添加した区にくらべて、堆肥の発酵温度が低く推移することが示されました。
- (4) 凝集促進剤の添加量が異なる脱水ケーキ自体の通気係数と粗孔隙率を表3に示しました。凝集促進剤の添加量が多くなるほど、通気係数と粗孔隙率が低下することが示されました。堆肥化材料(豚ふん、戻し堆肥、各脱水ケーキ)混合後の通気係数と粗孔隙率を表4に示しました。凝集促進剤の添加量が多い脱水ケーキを用いると、通気係数が低下することが示されました。これらより、適正量を超えた凝集促進剤の添加は好ましくないことを明らかにしました。
- (5) 堆肥化後の各試験区の堆肥成分を表5に示しました。堆肥の各成分に大きな差はありませんが、凝集剤過剰区は発酵温度が低く推移することもあり、完成堆肥の水分が最も高いことが示されました(53.7%)。
- (6) 豚ふんと戻し堆肥と適正量の凝集促進剤を添加した脱水ケーキの混合割合等を変えて堆肥化試験を実施しました(表6)。堆肥化温度の推移を図2に示しました。堆肥期間中、堆肥温度が60℃以上の保持時間は、豚ふん、戻し堆肥、脱水ケーキの混合割合が5:3:2(現物重量比)の時間が最も長くなりました。

表1 各脱水ケーキ作成時の凝集促進剤（濃度0.2w/w%）の添加量について*

	肥育豚数	汚水量 (m ³)	余剰汚泥量** (m ³)	合計汚水量 (m ³)	固液分の分離機種類	汚水に対する高凝添加量***	0.2%凝集剤添加量 (kg/日)	年間消費量 (kg)	一頭当りの凝集剤使用量 (kg)
凝集剤過少区	2,000	30	6	36	トンパ ラフィルター	1.0	0.7	263	0.13
凝集剤適正区	2,000	30	6	36	トンパ ラフィルター	7.0	5.0	1,840	0.92
凝集剤過剰区	2,000	30	6	36	トンパ ラフィルター	15.0	10.8	3,942	1.97

*栃木県畜産酪農研究センター（母豚 200 頭、肥育豚換算 2,000 頭規模、肥育豚 1 頭あたりの排出汚水量を 15L/日、肥育豚 1 頭あたりの排出 SS 量を 80g/日とする。）

**引抜余剰汚泥量は、原水量の 20%とし、余剰汚泥発生量は BOD からの余剰汚泥生成率 0.5、活性汚泥減少率 0.05、MLSS（10,000mg/L）の 80%が MLVSS とする。

***亀岡俊則・因野要一（豚舎汚水の微細粒子を分離した効率的浄化処理システム日豚会誌 25 巻 1 号、1988.3 月）では、凝集促進剤 0.2%溶液を汚水量に対して 2.5～5%添加（凝集剤 1～2%/SS kg）が適正と報告している。



写真1 脱水ケーキの外観
（左：凝集剤過少区、中央：凝集剤適正区、右：凝集剤過剰区）



写真2 小型堆肥化試験装置（かぐやひめ）による試験の様子

表2 脱水ケーキの凝集促進剤添加量の異なる堆肥化試験に用いた各資材の混合割合

		含水率 (%)	容積重 (kg/L)	かぐやひめ投入割合 (%)	かぐやひめ投入量 (kg)	投入量 (L)	投入物の含水量 (kg)	混合物の含水率 (%)	予想される容積重 (kg/L)
凝集剤過小添加 脱水ケーキ区 (凝集剤過少区)	豚ふん	73.9	0.99	50	2.50	2.52	1.85	58.3	0.55
	脱水ケーキ	84.1	0.36*	20	1.00	2.77	0.84		
	戻し堆肥	14.9	0.39	30	1.50	3.85	0.22		
凝集剤適正添加 脱水ケーキ区 (凝集剤適正区)	豚ふん	73.9	0.99	50	2.50	2.52	1.85	59.2	0.66
	脱水ケーキ	88.5	0.85	20	1.00	1.18	0.89		
	戻し堆肥	14.9	0.39	30	1.50	3.85	0.22		
凝集剤過剰添加 脱水ケーキ区 (凝集剤過剰区)	豚ふん	73.9	0.99	50	2.50	2.52	1.85	59.5	0.66
	脱水ケーキ	90.1	0.85	20	1.00	1.18	0.90		
	戻し堆肥	14.9	0.39	30	1.50	3.85	0.22		
脱水ケーキ無添加区 (凝集剤無添加区)	豚ふん	73.9	0.99	60	3.00	3.02	2.22	50.3	0.61
	脱水ケーキ	—	—	—	—	—	—		
	戻し堆肥	14.9	0.39	40	2.00	5.13	0.30		

*凝集剤過少区の脱水ケーキは、固形物が凝集されないためほとんどがスクリーンに捕捉される豚毛や比較的大きな飼料残差物のため、異常値だと考えられます。

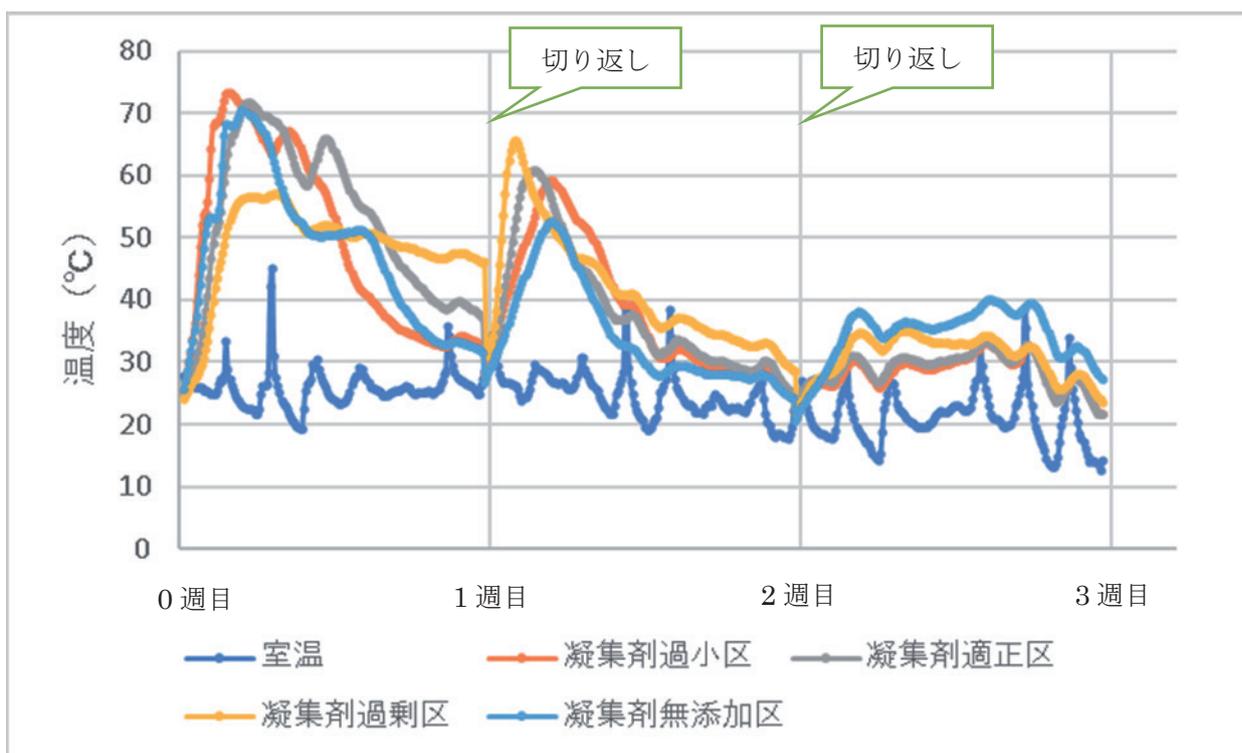


図1 凝集剤添加量の相違による脱水ケーキを添加した堆肥化温度の推移

表3 脱水ケーキ自体の通気係数と粗孔隙率

試験項目	単位	凝集剤過小区	凝集剤適正区	凝集剤過剰区
通気係数	m/s	2.9×10^{-5}	1.4×10^{-10}	4.2×10^{-11}
粗孔隙率(現物)	vol%	57.4	25.0	13.9

表4 堆肥化材料(豚ふん、戻し堆肥、各脱水ケーキ)混合後の通気係数と粗孔隙率

試験項目	単位	凝集剤過小区	凝集剤適正区	凝集剤過剰区	凝集剤無添加区
通気係数	m/s	1.4×10^{-5}	7.7×10^{-8}	1.3×10^{-9}	3.1×10^{-5}
粗孔隙率(現物)	vol%	15.0	3.5	3.9	19.3

表5 堆肥化後の各試験区の堆肥成分

試験項目	単位	凝集剤過小区 (21日目)	凝集剤適正区 (21日目)	凝集剤過剰区 (21日目)	凝集剤無添加 区 (21日目)
硝酸性窒素	mg/kg	142	<10	43	56
アンモニア性窒素	mg/kg	2600	2830	2390	3490
塩基交換容量 (CEC)	cmol(+) /kg	71.5	80.4	77.6	67.1
水分含量 (含水率)	w/w%	45.0	44.0	53.7	42.2
全マグネシウム MgO	w/w%	2.66	2.73	2.90	2.46
全カルシウム CaO	w/w%	6.38	5.52	5.57	5.25
全ナトリウム Na ₂ O	w/w%	0.67	0.67	0.71	0.66
全カリウム K ₂ O	w/w%	2.48	2.30	2.71	2.29
全りん P	w/w%	3.08	3.02	3.04	3.19
炭素率 (C/N 比)	—	8.0	7.4	7.4	8.0
全炭素	w/w%	34.0	32.9	33.4	33.9
有機炭素	w/w%	34.1	33.0	32.7	34.0
強熱減量	w/w%	61.2	63.2	63.8	65.2
全窒素	w/w%	4.28	4.44	4.43	4.27
pH (測定温度: 24.4℃) 1:10	—	7.2	7.4	7.5	7.3
電気伝導度	dS/m	5.87	5.74	5.69	6.07
可給態窒素 N	mg/kg	8330	8980	7420	7540
腐熟度		4.8	4.1	3.2	7.0
臭気		19	20	20	24

表 6 堆肥化材料（生ふんと戻し堆肥）の混合割合を変更した堆肥化試験

	材料	含水率 (%)	容積重 (kg/L)	かぐや ひめ投入割合 (%)	かぐや ひめ投入量 (kg)	投入量 (L)	投入物の 含水量 (kg)	混合物 の含水率 (%)	予定さ れる容 積重
No.1	豚ふん	72.3	0.99	50	2.50	2.52	1.81	58.7	0.61
	脱水ケーキ	84.9	0.71	20	1.00	1.40	0.85		
	戻し堆肥	18.5	0.35	30	1.50	4.33	0.28		
No.2	豚ふん	72.3	0.99	60	3.00	3.02	2.17	64.1	0.68
	脱水ケーキ	84.9	0.71	20	1.00	1.40	0.85		
	戻し堆肥	18.5	0.35	20	1.00	2.89	0.19		
No.3	豚ふん	72.3	0.99	70	3.50	3.53	2.53	69.4	0.79
	脱水ケーキ	84.9	0.71	20	1.00	1.40	0.85		
	戻し堆肥	18.5	0.35	10	0.50	1.44	0.09		
No.4	豚ふん	72.3	0.99	80	4.00	4.03	2.89	74.8	0.92
	脱水ケーキ	84.9	0.71	20	1.00	1.40	0.85		
	戻し堆肥	18.5	0.35	0	0.00	0.00	0.00		

*各処理区、消石灰 1%（現物重量比）添加

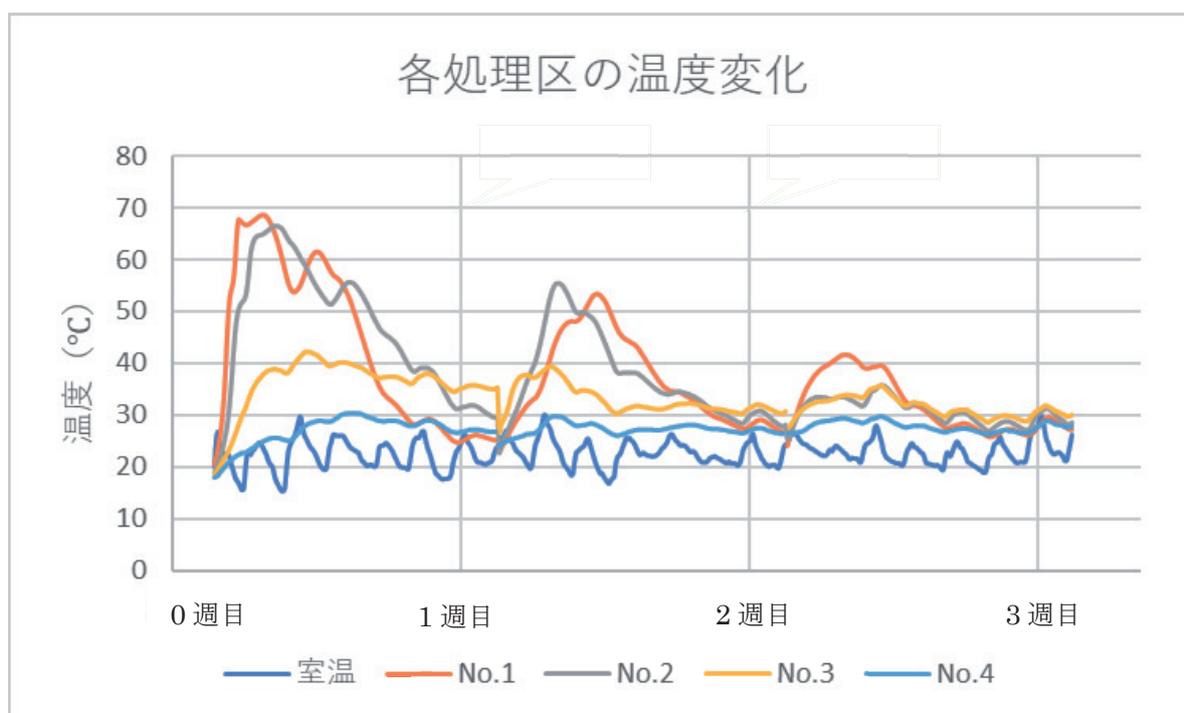


図 2 各処理区の堆肥化による温度変化

【成果 3】 熱源添加による堆肥化条件の策定

小型堆肥化装置（かぐやひめ）を用いて、豚ふん、脱水ケーキ、戻し堆肥に熱源として廃白土を添加して堆肥化したところ、全体重量の2%程度の添加で堆肥化時の高温維持や攪拌後の温度上昇に有効であることを明らかとしました。また、メーカーの異なる廃白土の熱量、重金属含有量について調査した結果、メーカー間で熱量に若干の差があるが、重金属類の基準値を超過するものはなかったことを明らかとしました。

1) 試験内容

豚ふん、脱水ケーキ、戻し堆肥に熱源として廃白土を添加した場合の堆肥化状況を調査するため、小型堆肥化装置（かぐやひめ）を用いて、一週間おきに投入原料を攪拌しながら約3週間の堆肥化試験を実施しました（写真1～3）。また、メーカーの異なる廃白土の熱量、重金属の含有量について調査を実施しました。

2) 試験結果

(1) 脱水ケーキに重量比1倍の豚ふんを添加し、戻し堆肥（水分36.8%、水分25%、水分15%）で容積重を調整した区（対照区①、対照区②、対照区③）と対照区①～③に廃白土を全体重量の2%添加した区（試験区①、試験区②、試験区③）を設け、堆肥化試験を実施しました（表1）。試験区①～③では対照区①～③と比較し、発酵温度の維持または攪拌後の温度上昇が大きくなることが確認されました（図1～6）。脱水ケーキの堆肥化において、熱源として全体重量の2%程度の廃白土を添加することは有効であることが示唆されました。また、廃白土添加による堆肥化後の肥料成分に大きな違いは確認されませんでした。



写真1 堆肥化試験の様子



写真 2 堆肥化前
(左:対照区③ 右:試験区③)



写真 3 堆肥化後
(左:対照区③ 右:試験区③)

表 1 投入原料の混合割合

区名	投入原料	水分 (%)	容積重 (kg/L)	かぐやひめ 投入割合 (%)	かぐやひめ 投入量 (kg)	混合物の 水分 (%)	混合物の 容積重 (kg/L)
対照区①	豚ふん	77.0	0.95	40	2.0	69.2	0.50
	脱水ケーキ	86.5	0.70	40	2.0		
	戻し堆肥	36.8	0.25	20	1.0		
試験区①	豚ふん	77.0	0.95	40	2.0	66.8	0.55
	脱水ケーキ	86.5	0.70	40	2.0		
	戻し堆肥	36.8	0.25	18	0.9		
	廃白土	2.0	0.50	2	0.1		
対照区②	豚ふん	75.8	0.97	40	2.00	68.2	0.64
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.00		
	戻し堆肥	25.0	0.27	20	1.00		
試験区②	豚ふん	75.8	0.97	40	2.00	67.6	0.66
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.00		
	戻し堆肥	25.0	0.27	18	0.90		
	廃白土	1.4	0.67	2	0.10		
対照区③	豚ふん	75.8	0.97	40	2.00	66.3	0.59
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.00		
	戻し堆肥	15.0	0.24	20	1.00		
試験区③	豚ふん	75.8	0.97	40	2.00	65.7	0.61
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.00		
	戻し堆肥	15.0	0.24	18	0.90		
	廃白土	1.4	0.67	2	0.10		

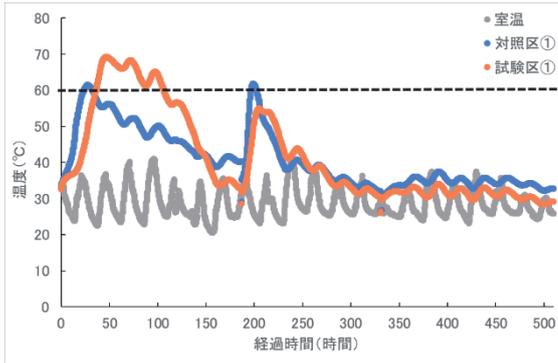


図 1 対照区①・試験区①の温度変化

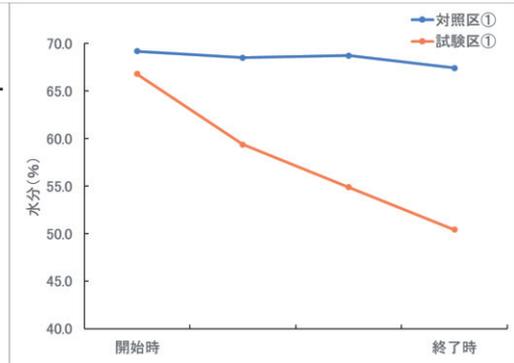


図 2 対照区①・試験区①の水分変化

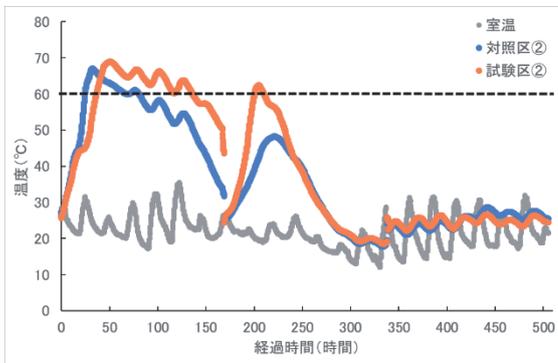


図 3 対照区②・試験区②の温度変化

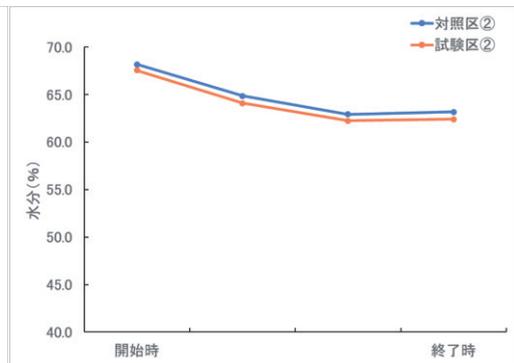


図 4 対照区②・試験区②の水分変化

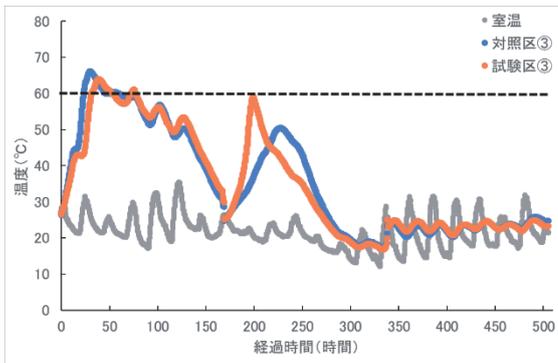


図 5 対照区③・試験区③の温度変化

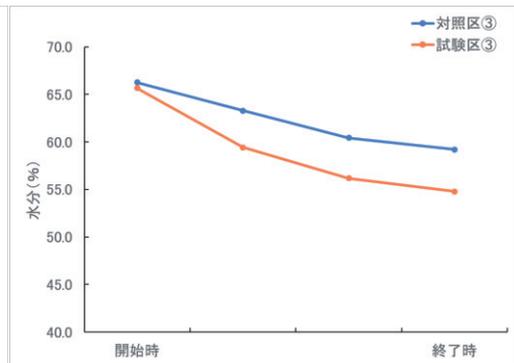


図 6 対照区③・試験区③の水分変化

(2) メーカー及び由来別に 5 種類の廃白土について調査しました (表 2)。No. 4 以外の廃白土では熱量及び水分に大きな差はありませんでした (表 2)。BOD (易分解性有機物) においては、最小 9,150～最大 72,900mg/kg と幅があり、熱量源として使用する場合、適した廃白土の検討が必要であることが示唆されました (表 2)。また、調査したすべての廃白土の重金属 (カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレン) は土壌環境基準以下であり、銅、亜鉛、ニッケルの含有量も低いものでした (表 3)。

表 2 廃白土 (5 種類) の水分・熱量・BOD

No.	資材の由来	水分 (%)	熱量 (kJ/kg)	BOD (mg/kg)
1	パーム油と大豆油が混在 (7 : 3)	2.0	13460	22,800
2	動物油廃白土	3.2	13940	38,600
3	植物油廃白土	2.9	14670	72,900
4	魚油 (DHA 等の長鎖脂肪酸)	32.6	3090	9,300
5	大豆油	2.8	12540	9,150

表 3 廃白土 (5 種類) の重金属 (mg/L)

No.	カドミウム	鉛	六価クロム	砒素	総水銀	セレン	銅	亜鉛	ニッケル
1	0.0003 未満	0.009	0.005 未満	0.001	0.00005 未満	0.001 未満	0.003	0.033	0.003
2	0.0005	0.008	0.049	0.003	0.00005 未満	0.001 未満	0.001	0.021	0.023
3	0.0003 未満	0.005	0.005 未満	0.001 未満	0.00005 未満	0.001 未満	0.001	0.012	0.003
4	0.0003 未満	0.001 未満	0.005 未満	0.011	0.00005 未満	0.001	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満
5	0.0003 未満	0.01	0.005 未満	0.001 未満	0.00005 未満	0.001 未満	0.001	0.037	0.008
定量下 限值	0.0003	0.001	0.005	0.001	0.00005	0.001	0.001	0.001	0.001

【成果 4】 最適堆肥化条件による堆肥化技術の実証

小型堆肥化試験装置(かぐやひめ)で得られた適正な堆肥化条件をもとに、現地農家で堆肥化試験(豚ふん:戻し堆肥:脱水ケーキ類(重量比 5:3:2))を行った結果、堆肥平均温度は $50.5\pm 9.2^{\circ}\text{C}$ でした(75 日間)。堆肥期間中、堆肥温度が 60°C 以上が 229 時間(9.5 日)あり、病原菌や雑草種子の不活化等に十分な温度上昇が認められました。

また、廃白土を全体重量の2%程度添加して、問題なく実証堆肥を作製できました。

1) 試験内容

成果 1 と 2 で実施した小型堆肥化試験装置(かぐやひめ)で得られた適正な堆肥化条件をもとに現地農家にて堆肥化の実証(現地実証)を実施しました。

2) 試験結果

(1) 実証の堆肥化試験(適正な凝集剤量を添加した脱水ケーキ添加堆肥)。

- ・ 実証の堆肥化試験(豚ふん:戻し堆肥:脱水ケーキ類(重量比 5:3:2))を行いました。
- ・ 各資材の添加割合を表 1 に示しました。
- ・ 実証堆肥化試験の各資材と混合後の様子を写真 1 に示しました。
- ・ 実証堆肥化試験の発酵温度の推移を図 1 に示しました。
- ・ 堆肥化期間 2023/11/7~2024/1/22(合計 75 日)で、平均温度 $6.6\pm 4.4^{\circ}\text{C}$ 、平均湿度 $67.1\pm 11.5\%$ 、堆肥平均温度 $50.5\pm 9.2^{\circ}\text{C}$ でした。堆肥期間中、堆肥温度が 60°C 以上が 229 時間(9.5 日)あり、病原菌や雑草種子の不活化等に十分な温度上昇が認められました。

(2) 実証の堆肥化試験(廃白土を添加した堆肥)

- ・ 廃白土を全体重量の2%程度の添加で堆肥化時の高温維持や攪拌後の温度上昇に有効であることから、実証の堆肥化試験(豚ふん:脱水ケーキ:戻し堆肥:廃白土(重量比 40:40:18:2))を行いました(栃木県畜産酪農研究センターに委託)。
- ・ 各資材の添加割合を表 2 に示しました。
- ・ 堆肥化期間 2023/12/18-2024/2/19(合計 63 日)としました。
- ・ 堆肥化中の様子を写真 2 に示しました。廃白土を全体重量の2%程度添加して、問題なく実証堆肥を作成できました。

(3) 上記(1)と(2)で作成した堆肥成分結果を表 3 に示しました。

表1 実証堆肥化試験の各資材の添加割合

現地実証試験	含水率 (%)	容積重 (kg/L)	投入割合 (%)	投入量 (kg)	投入量 (L)	投入物の含水率 (kg)	混合物の含水率 (%)	予定される容積重
スクリーン残渣	78.0	0.68	3.3	82	119	63.6	60.3	0.69
脱水ケーキ	70.5	0.60	16.7	360	602	253.7		
戻し堆肥	29.9	0.48	30	662	1379	198.1		
豚ふん (豚糞)	73.9	0.99	50	1104	1112	816.3		



写真1 実証堆肥化試験の各資材と混合後の様子

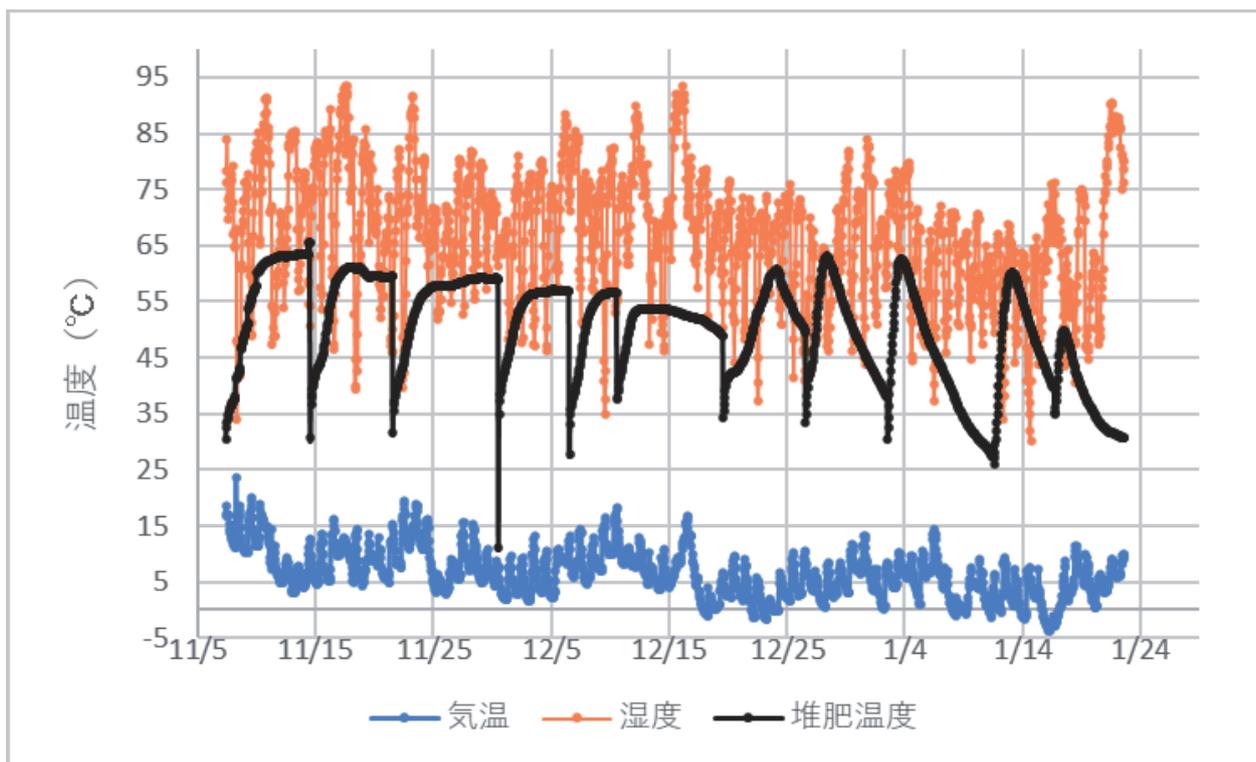


図1 実証堆肥の温度推移（現地実証農場）

表2 実証堆肥化試験の各資材の添加割合

栃木県畜産酪農 研究センター	含水率 (%)	容積重 (kg/L)	投入割 合 (%)	投入量 (kg)	投入量 (L)	投入物 の含水 量 (kg)	混合物 の含水 率 (%)	予定さ れる容 積重
脱水ケーキ	86.5	0.70	40	200	285	173	72.0	0.57
戻し堆肥	36.8	0.25	18	90	360	33		
廃白土	2.0	0.50	2	10	20	0.2		
豚ふん	77.0	0.95	40	200	210	153		

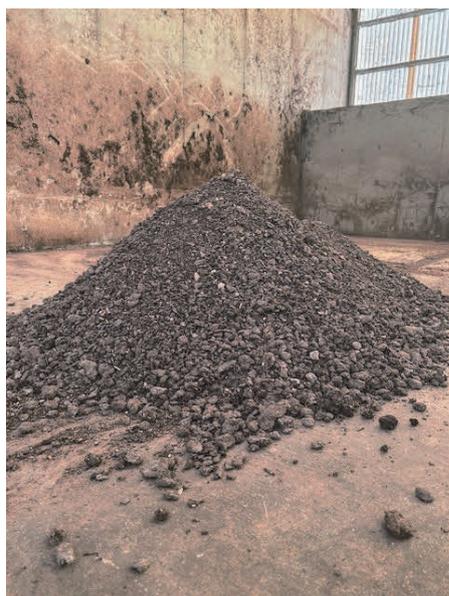


写真 2 実証堆肥化試験の様子（栃木県畜産酪農研究センター）

表 3 実証堆肥の堆肥成分結果

	現地実証農場	栃木県畜産酪農研究センター
水分(%現物)	52.0	32.0
灰分(%乾物)	34.0	28.5
pH	6.9	7.8
EC(mS/cm)	7.7	4.4
窒素全量(%乾物)	3.6	3.3
リン酸全量(%乾物)	11.3	6.1
加里全量(%乾物)	4.3	2.6
石灰全量(%乾物)	8.1	5.6
苦土全量(%乾物)	4.5	2.3
炭素率(C/N 比)	10.0	12.0
発芽率(%)	49	98
酸素消費量($\mu\text{g/g/min}$)	3.6	13.0

【成果 5】凝集促進剤を含む堆肥の栽培試験

適正量の凝集促進剤を添加した脱水ケーキを添加して作成した実証堆肥を施肥した露地栽培（レタス）試験の結果、慣行区と比べて収穫量に有意な差はなく、栽培後の土壌や収穫物中の成分に有意な差はありませんでした。

また、凝集促進剤の添加量が異なる脱水ケーキを添加して作製した堆肥を施肥したポット栽培（コマツナ）試験の結果、収穫量に有意な差はありませんでした。

これらより、添加する凝集促進剤量が異なる脱水ケーキもしくは廃白土を添加して作製した堆肥は作物収量に負の影響を与えないことを明らかとしました。

1) 試験内容

【成果 4】で作成した堆肥を施肥した実証栽培試験を行った（堆肥成分は成果 4 の表 3 参照）。実証栽培は、露地栽培でレタス 2 品種としました。また、凝集促進剤の添加量が異なる脱水ケーキを添加して作製した堆肥（【成果 2】）を施肥したポット栽培（コマツナ）による室内栽培試験も実施しました。

2) 試験結果

(1) 現地実証により作成した堆肥を施肥した露地栽培試験

- ・ 実証栽培地の区割り（慣行区、凝集剤添加堆肥区、廃白土添加堆肥区）と栽培品種（グリーンリーフとサニーレタス）のそれぞれ 1 畝を 3 区に分け 3 反復としました（図 1）。
- ・ 栽培地域は、(株) 平凡野菜（神奈川県横須賀市）で実施し、栽培期間は、2024/2/29（定植）～5/15（収穫）としました。
- ・ 栽培中の様子を写真 1 に示しました。
- ・ 慣行区及び各試験区の施肥設計を表 1～3 に示しました（堆肥成分は成果 4 の表 3 参照）。
- ・ 各区の収穫量（レタス 5 株）の比較を図 2 に示しました。新鮮重（各区 5 株採取、収穫後そのままの重量）、調製重（外側の葉を除いた玉の部分のみの重量）及び乾燥重（75℃、5 日間乾燥後重量）ともに有意な差は認められませんでした。
- ・ 実証栽培作物の各成分の比較を表 4 に示しました。各成分に有意な差は認められませんでした。
- ・ 実証栽培前後の各土壌成分の比較を表 5 に示しました。栽培後土壌の各成分に有意な差は認められませんでした。
- ・ これらより、凝集促進剤が添加された脱水ケーキや廃白土を添加して作成した堆肥は問題なく使用できることを明らかとしました。

(2) 小型堆肥化試験装置により作成した堆肥を施肥したポット栽培試験

- ・ ポット栽培開始土壌の成分を表 6 に示しました。

- ・ 施肥設計を表 7 に示しました（堆肥成分は、【成果 2】家畜ふん混合による堆肥化条件の策定、表 5 を参照）。なお、実際の畜産現場では凝集促進剤過少による脱水ケーキ（凝集剤過少区）は、誤った固液分離機の稼働の結果であり、生ふんに対して重量比で 20% 添加するほどの回収は困難であるためポット栽培試験から除外しました。
- ・ 栽培の様子を写真 2 に示しました。各区の収穫量(コマツナ 3 株)の比較を図 3 に示しました。新鮮重（各区 3 ポットで構成、各ポットから 3 株採取、収穫後そのままの重量）は、凝集剤適正区の収量が、無堆肥区に比べて有意に収量が高くなりました。乾燥重（75℃、5 日間乾燥後重量）ともにはすべての区で有意な差は認められませんでした。
- ・ これらより、凝集促進剤が過剰に添加された脱水ケーキを添加して作成した堆肥は、コマツナの収量に負の影響を与えないことを明らかとしました。

10m		
1.5m	慣行区	15m ² /区
	慣行区	
	凝集剤添加堆肥区	
	凝集剤添加堆肥区	
	廃白土添加堆肥区	
	廃白土添加堆肥区	
	グリーンリーフ	サニーレタス

図 1 実証栽培地の区割りと栽培品種



写真 1 実証栽培試験の様子

表1 慣行区の施肥設計（（株）平凡野菜、N-P₂O₅-K₂O=18-21-21）（kg/10a）

肥料名	施肥量 (kg/10a)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	MnO	SiO ₂
ハートフル444	70	9.8	9.8	9.8					
発酵ケイフン ペレット	50	0.8	2.0	1.7	8.5				
有機アグレット 825ECO	92	7.4	1.8	4.6		3.7			
マルチポート1号	20					3.0	0.04	0.1	2.4
パームアッシュ	17		0.3	5.1	0.9				
重過磷酸石灰	17		7.3						
タイニー	40				22.0	6.0			
合計		18.0	21.3	21.2	31.3	12.7	0.04	0.1	2.4

表2 凝集促進剤添加区の施肥設計*

肥料名	施肥量 (kg/10a)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	MnO	SiO ₂
硫安	48	10.1							
有機アグレット 825ECO	80	6.4	1.6	4.0		3.2			
マルチポート1号	20					3.0	0.04	0.1	2.4
パームアッシュ	30		0.6	9	1.5				
凝集剤添加堆肥 (現物)	440	1.5	19.0	8.3	17.2	9.7		0.2	
タイニー	20				11.0	3.0			
合計		18.0	21.2	21.3	29.7	18.9	0.04	0.3	2.4

*P.23、表3の現地実証農場の堆肥を施用し、肥効率をN(20%)、P₂O₅(80%)、K₂O(90%)としました。

表3 廃白土添加区の施肥設計**

肥料名	施肥量 (kg/10a)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	MnO	SiO ₂
硫安	47	9.9							
有機アグレット 825ECO	69	5.5	1.4	3.45		2.8			
マルチポート1号	20					3.0	0.04	0.1	2.4
パームアッシュ	27	0.0	0.5	8.1	1.4				
廃白土添加堆肥 (現物)	590	2.6	19.4	9.5	22.4	9.4		0.2	
タイニー	20	0.0	0	0	11.0	3.0			
合計		18.0	21.3	21.1	34.8	18.2	0.04	0.3	2.4

**P.23、表3の栃木県畜産酪農研究センターの堆肥を施用し、肥効率をN(20%)、P₂O₅(80%)、K₂O(90%)としました。

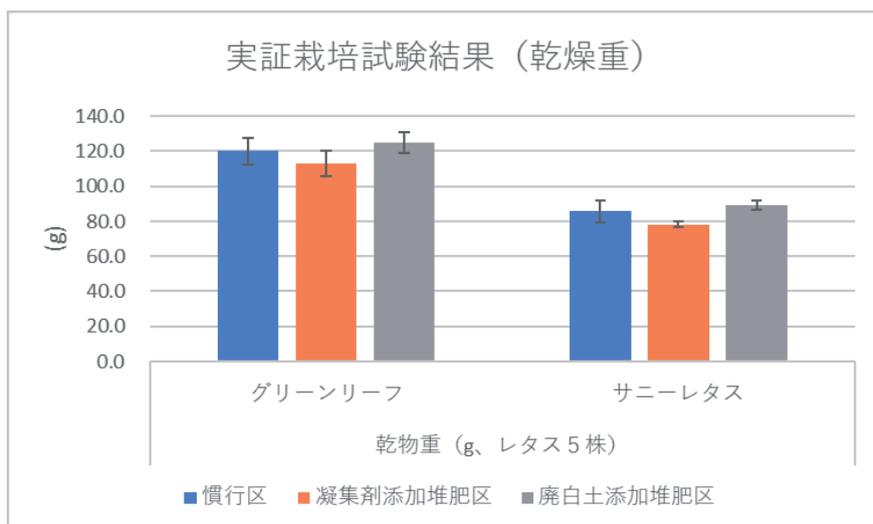
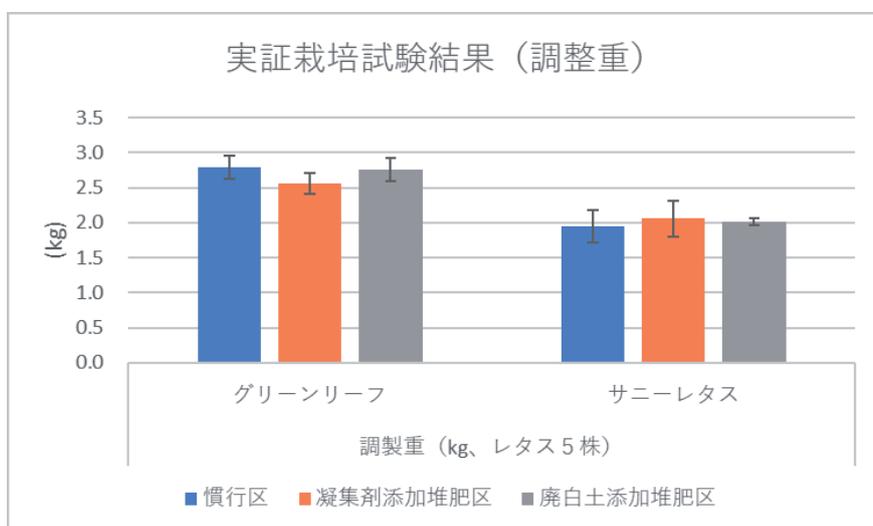
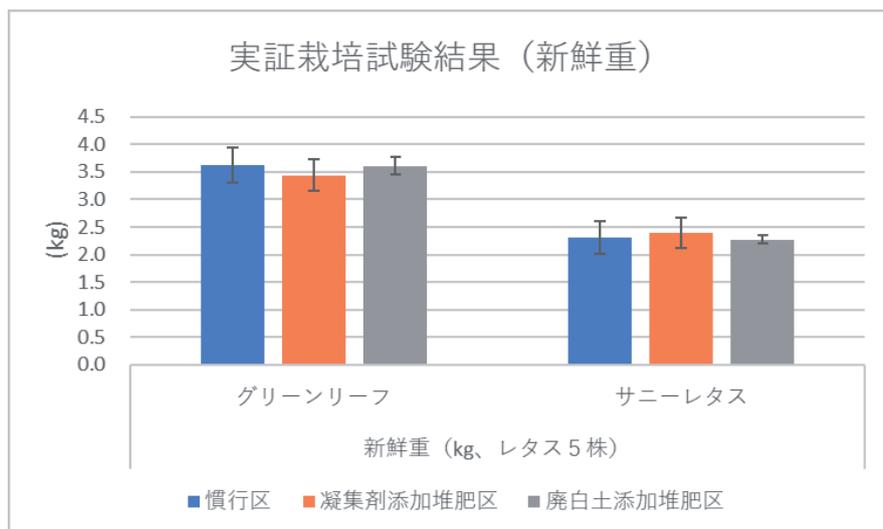


図2 各区の収穫量（レタス5株）の比較
各区有意差なし（Tukey test, $p < 0.05$ ）

表 4 実証栽培作物の各成分の比較*

No.	名称	名称	全窒素 (%)	全リン酸 (%)	全加里 (%)
1	グリーンリーフレタス	慣行区	4.9	1.5	8.3
2		凝集剤添加堆肥区	5.1	1.5	8.0
3		廃白土添加堆肥区	4.3	1.5	8.3
4	サニーレタス	慣行区	5.0	1.2	9.0
5		凝集剤添加堆肥区	4.3	1.2	8.9
6		廃白土添加堆肥区	4.7	1.1	9.7

*各区有意差なし (Tukey test, $p < 0.05$)

表 5 実証栽培前後の各土壌成分の比較*

No.	名称	名称	pH	EC (mS/cm)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	交換性カリウム (mg/100g)	交換性マグネシウム (mg/100g)	交換性カルシウム (mg/100g)	陽イオン交換容量 (meq/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)
1	栽培前土壌	栽培前土壌	6.8	0.20	2.6	0.24	85.0	76.0	450.0	43.0	42.0
2	グリーンリーフレタス	慣行区	7.1	0.12	3.1	0.32	75.7	74.3	480.0	41.3	48.0
3		凝集剤添加堆肥区	7.1	0.12	3.1	0.28	62.3	75.7	426.7	46.3	41.0
4		廃白土添加堆肥区	7.1	0.08	2.9	0.28	64.0	74.3	406.7	42.0	46.3
5	サニーレタス	慣行区	7.1	0.15	2.7	0.27	66.7	76.0	463.3	44.7	44.7
6		凝集剤添加堆肥区	7.0	0.10	2.7	0.27	66.0	73.3	416.7	41.3	40.3
7		廃白土添加堆肥区	7.0	0.10	2.9	0.29	72.3	74.3	406.7	41.7	51.0

*各区有意差なし (Tukey test, $p < 0.05$)

表 6 ポット栽培開始土壌の成分

項目	単位	
水分	%	9.5
pH		6.5
EC	mS/cm	0.6
全炭素	% (乾土)	6.6
全窒素	% (乾土)	0.5
交換性カリウム	mg/100g (乾土)	44.3
交換性マグネシウム	mg/100g (乾土)	116.7
交換性カルシウム	mg/100g (乾土)	420.0
陽イオン交換容量	mg/100g (乾土)	41.7
可給態リン酸	mg/100g (乾土)	21.7

表 7 各処理区の施肥設計*

処理区	現物施用量 (g/ポット)	乾物施用量 (g/ポット)	1a/10000 ポット		
			窒素	リン酸	カリ
凝集剤適正区堆肥	20.1	11.3	0.1	0.27	0.23
凝集剤過剰区堆肥	24.4	11.3	0.1	0.27	0.27
凝集剤無添加区堆肥	20.3	11.7	0.1	0.29	0.24
無施肥区	-	-	-	-	-
施肥基準量**		g/ポット	0.1	0.1	0.1
		kg/10a	10	10	10

*窒素の施肥基準量を全て家畜ふん堆肥で満たす施用量としました。

**ハウス栽培におけるコマツナの施肥設計（福島県）を参照しました。



写真2 栽培の様子

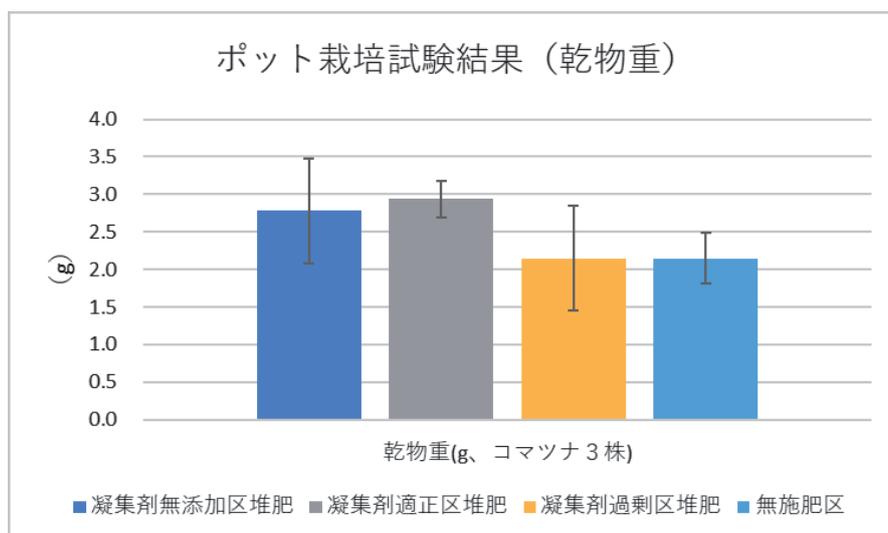
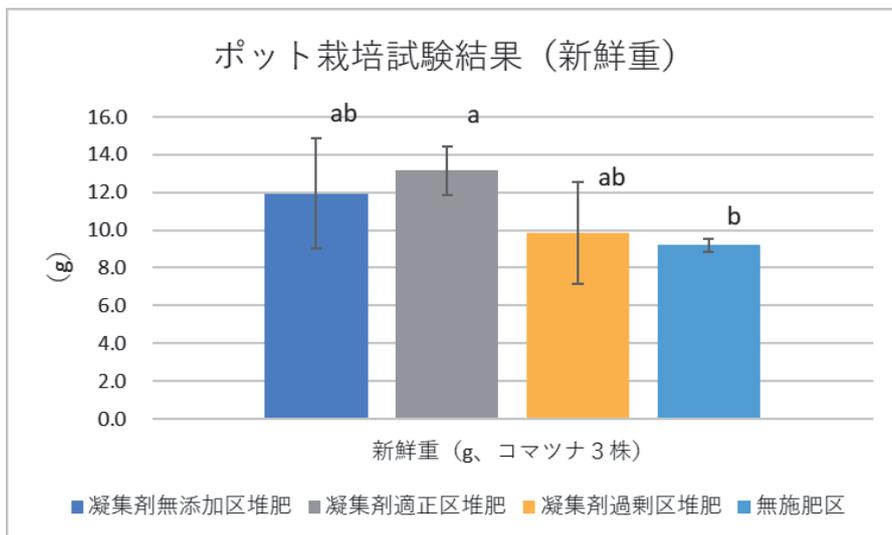


図3 各処理区のポット栽培試験結果
異符号間に有意差あり (Tukey test, $p < 0.05$)

【成果 6】凝集促進剤の添加量が汚水処理施設に及ぼす影響

凝集促進剤を過剰に添加しても、SS の回収率は凝集促進剤を適正に添加した際と同等、もしくはやや低下しました。また、凝集促進剤を過剰に入れると、汚水中の粘度が増加する傾向があり、適正区が最も低い傾向がありました。固液分離後水の粘度が高いと、発泡すると消えにくい泡が発生する可能性があり、結果として、凝集促進剤を適正に添加することが汚水処理施設にとって有益であることが示唆されました。

1) 試験内容

凝集促進剤の添加量が異なる場合の汚水への影響を確認するため試験（室内試験）を実施しました。

2) 試験結果

(1) 凝集促進剤の添加量が異なる場合の汚水への影響試験

- ・ 栃木県畜産酪農研究センターの汚水処理施設（母豚 200 頭規模）の原水と引抜余剰汚泥を混合（引抜余剰汚泥量は、原水量の 20%）したものを、凝集促進剤（溶解濃度 0.2%）の添加量を変えて、ろ液を回収しました。試験は、3 反復で行いました。
- ・ 汚水量に対する凝集促進剤添加率 1.0 V/V% を凝集促進剤過少、7.0 V/V% を凝集促進剤適正、15.0 V/V% を凝集促進剤過剰としました。凝集促進剤の添加量が異なる固液分離後水の様子を写真 1 に示しました。各成分の分析値を表 1 に示しました。
- ・ 凝集促進剤過少区は、原水とほぼ同等の成分濃度（アンモニア性窒素、リン酸）であり、BOD 除去率約 10%、浮遊物質量（SS）除去率 20% と低いため、汚水処理施設での負荷が高いままであることが示唆されました。
- ・ 凝集促進剤を過剰に入れると、BOD、アンモニア性窒素、リン酸の除去率が高くなりましたが、浮遊物質量（SS）の除去率は、凝集促進剤適正区が最も高かったです。
- ・ 凝集促進剤を過剰に添加しても、凝集促進剤を適正に添加した際の SS の回収率が同等、もしくはやや低下しました。また、凝集促進剤を過剰に入れると、汚水中の粘度が増加する傾向があり、適正区が最も低い傾向がありました。固液分離後水の粘度が高いと、発泡すると消えにくい泡が発生する要因の一つとなり得る可能性があることが示唆されます。
- ・ これらの結果より、凝集促進剤の過剰な添加は、薬剤のコストが多くなる上、凝集の低下や汚水処理施設の曝気槽で消えにくい発泡を招く可能性が示唆されました。

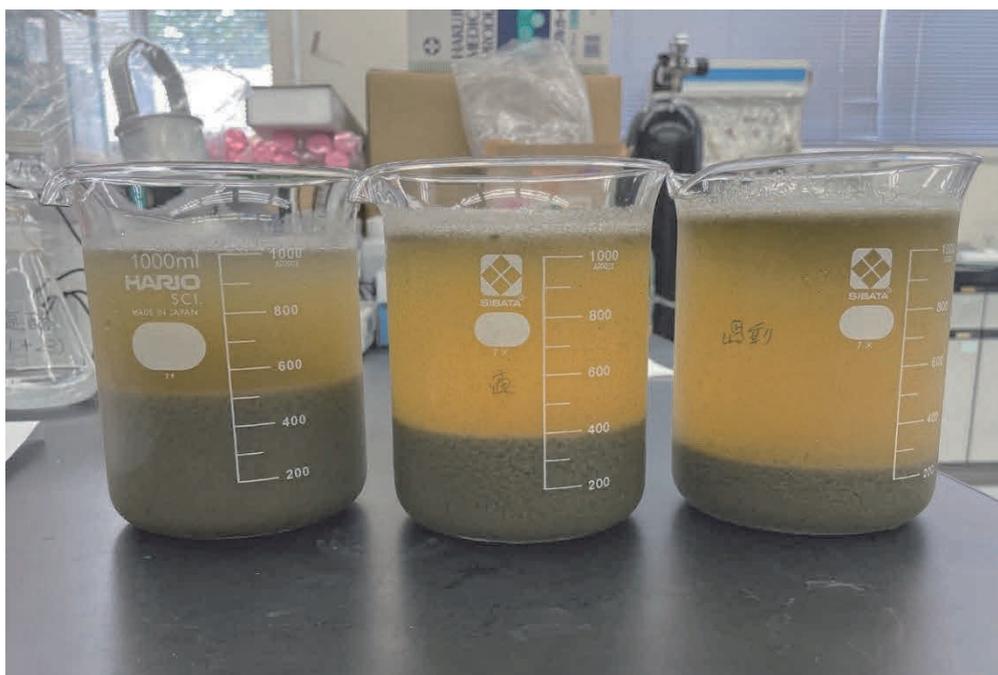


写真1 凝集促進剤の添加量が異なる固液分離後水の様子
(左：過少区、中央：適正区、右：過剰区)

表1 原水および凝集促進剤の添加量が異なる固液分離後水の成分*

	pH	EC	粘度	BOD	SS	BOD 除去 率	SS 除去 率	NH ₄ - N	NO ₂ - N	NO ₃ - N	PO ₄ - P
		(mS/cm)	(mPa·s)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
原水	7.56	10.76 ^a	4.03	5051.0	5807.7 ^a			1295.3 ^a	0.0	1.2	94.4 ^a
固液分離 後水(凝集 剤過少区)	7.68	10.66 ^{ab}	3.67	4608.3	4669.3 ^a	9.3	19.2 ^a	1257.0 ^a	0.0	1.1	86.3 ^a
固液分離 後水(凝集 剤適正区)	7.86	10.31 ^{ab}	2.80	3445.0	284.3 ^b	33.0	95.0 ^b	1159.9 ^{ab}	0.0	0.0	31.8 ^b
固液分離 後水(凝集 剤過剰区)	7.81	9.68 ^b	3.47	2933.3	337.0 ^b	44.1	94.1 ^b	1075.2 ^b	0.0	0.0	31.8 ^b

*異符号間で有意差あり ($p < 0.05$ 、Tukey による多重検定)

【成果 7】 脱水ケーキの放置が pH へ及ぼす影響

凝集促進剤添加により回収した脱水ケーキを放置すると、酸性側に傾くため、堆肥化しにくくなることが考えられました。よって、脱水ケーキの早めの処理が堆肥化には重要であることが示唆されました。

1) 試験内容

脱水ケーキを室温放置することで pH に及ぼす影響を調査しました。

2) 試験結果

(1) 脱水ケーキを室温放置することで pH に及ぼす影響試験

- ・ 脱水ケーキ pH の推移を測定するために、連続 pH 測定器（pH 計データロガ PH-230SD J、サトテック社）を使用しました。測定の様子を写真 1 に示しました。
- ・ 2 農場から脱水ケーキを回収しました。A 農場では、使用凝集促進剤は WA フロック（(株) ウォーターエージェンシー）を使用、B 農場はゆめフロック（日本養豚事業協同組合）を使用していました。
- ・ 脱水ケーキ pH の推移（A 農場、B 農場、30℃室内放置）を図 1、2 に示しました。脱水ケーキを放置すると酸性側に傾くことが示されました。
- ・ これらの結果より、脱水ケーキを放置することで pH は酸性側に傾くため、堆肥化しにくくなることが考えられました。よって、早めの処理が堆肥化には重要であることが示唆されました。



写真 1 脱水ケーキの pH 連続測定の様子



図1 脱水ケーキ pH の推移
A農場 (WA フロック ((株) ウォーターエージェンシー))

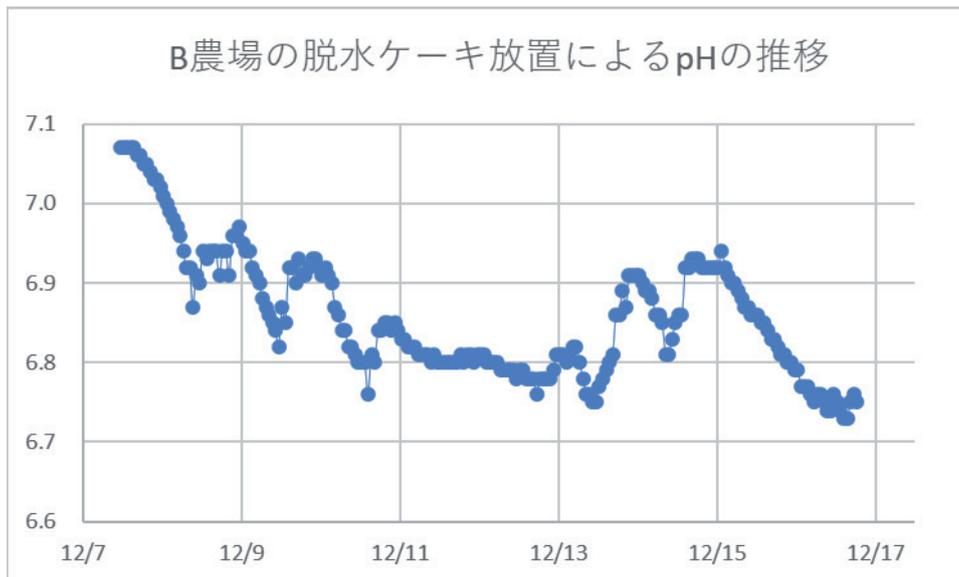


図2 脱水ケーキ pH の推移
B農場 (ゆめフロック (日本養豚事業協同組合))

事業推進委員会名簿及び執筆者

事業推進委員会委員

- 福本泰之（農研機構畜産研究部門 高度飼養技術研究領域
スマート畜産施設グループ・グループ長）
（令和 4、5 年度）
- 田中章浩（農研機構畜産研究部門 高度飼養技術研究領域・領域長）
（令和 6 年度）
- 西村和彦（元 近畿アグリハイテク）
（令和 4、5、6 年度）
- 安富政治（元 京都府農林水産技術センター）
（令和 4、5、6 年度）
- 松村昌雄（一般社団法人 日本養豚協会・顧問）
（令和 4、5、6 年度）
- 浅岡丈楽（茨城県畜産センター 生産技術研究室・技師）
（令和 4 年度）
- 飯尾 恒（茨城県畜産センター 生産技術研究室・主任研究員）
（令和 5、6 年度）
- 前田武己（国立大学法人岩手大学 農学部 食料生産環境学科・教授）
（令和 4、5、6 年度）

執筆者

- 小堤悠平（一般財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所・主任研究員）
- 小野陽人（栃木県 畜産酪農研究センター 企画情報課
畜産環境研究室・技師）



本書は、下記の（一財）畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所のホームページにも掲載されており、ダウンロードも可能です。

養豚における凝集促進剤を含む固形分の堆肥化技術マニュアル

令和7年3月31日発行

発行：一般財団法人 畜産環境整備機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門5丁目12番1号(ワイコービル3階)

TEL 03-3459-6300/FAX 03-3459-6315

編集及び連絡先：一般財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所

〒961-8061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字小田倉原1

TEL 0248-25-7777/FAX 0248-25-7540

メールアドレス：ilet@chikusan-kankyo.jp

ホームページ：<https://www.chikusan-kankyo.jp>