



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

ISSN 1344-1744

畜産環境技術開発普及事業に係る
研究成果情報集
(平成15～18年度)

平成19年3月



財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所

はじめに

今日、畜産物は国民生活に欠くことのできない存在となり、その生産を担う畜産業の持続的な発展が求められておりますが、現在わが国の畜産にとっては、生産性向上や高品質化に加えて、家畜排せつ物を適切に処理して、畜産に起因する悪臭や水質汚染等を防止し、家畜排せつ物を有機質資源として活用することがきわめて重要な課題となってきております。

このような情勢を踏まえ、当機構は財団法人全国競馬・畜産振興会を通じて日本中央競馬会からの助成を受け、平成15年度から「畜産環境技術開発普及事業」に取り組みました。

研究課題の設定に当たっては、国際化の進展や環境規制の強化等に対応し、効率的かつ地域環境と調和した畜産経営体の効率的な育成と畜産環境問題発生の効果的な防止や地域社会との調和等を念頭に置き、畜産現場に密着した技術開発を目指しました。

以来、この4年の研究活動につきましては、毎年度、その進捗状況と成果とを取りまとめ、畜産環境技術研究所の年報として刊行し、広く関係者からのご意見をいただいております。

本年度が当事業の最終年度に当たります。本情報集は、これまでに公表した研究成果等を取りまとめたものであります。実用化に結びつく成果のほか、さらに研究を重ねる必要のある成果も含まれておりますが、畜産環境問題解決の一助となれば幸甚とするところであります。

終わりに、本事業期間を通じて、適切なお指導をいただいた検討委員ならびに関係各位の皆様にお礼を申し上げます。

平成19年3月

財団法人 畜産環境整備機構

理事長 今 藤 洋 海

目 次

はじめに

I. 主な研究成果

1. 家畜ふん尿処理施設・機械の機能、性能、経済性がわかる「ガイドブック」…… 1
2. 堆肥の窒素肥効が堆肥分析値から簡易に推定できる…………… 3
3. 家畜ふん堆肥の窒素、リン酸およびカリの肥効を取り入れた堆肥成分表の作成… 5
4. 「臭気指数」に対応した簡易ニオイセンサーの開発 …………… 7
5. メタン発酵とユーグレナ処理で資源回収型養豚が可能である…………… 9
6. 簡易な装置による汚水処理水の脱窒・脱色法……………11
7. 豚への繊維質添加アミノ酸バランス改善飼料の給与で活性汚泥処理コストが……13
著しく減少する
8. 豚への繊維質飼料添加アミノ酸バランス改善飼料の給与で、メタン発酵の……15
効率が高まり、硫化水素の発生量が大幅に減る
9. 家畜ふん尿の堆肥化および汚水処理のインターネットによる支援システム……17
の開発
10. 埋もれた「在野技術」を掘り起こす……………19

II. 事業成果刊行物一覧……………21

1. 主な研究成果

1. 家畜ふん尿処理施設・機械の機能、性能、経済性がわかる「ガイドブック」

【要約】 実稼働の家畜ふん尿処理施設のうち、汚水処理施設（液肥化処理、汚水浄化処理、メタン発酵処理）、固液分離機、および堆肥化施設、脱臭施設、焼却施設、炭化施設について、事例を紹介し、その特徴、性能、コスト、2次公害防止対策等、施設選定の参考となる情報をまとめたものである。

キーワード	家畜ふん尿、液肥、汚水処理、活性汚泥法、メタン発酵、堆肥化施設、堆積方式、機械攪拌方式、密閉型攪拌方式、悪臭対策、脱臭施設、焼却施設、炭化施設、処理性能、経済性、家畜排せつ物法、水質汚濁防止法、肥料取締法、悪臭防止法、大気汚染防止法、ダイオキシン類対策特別措置法
-------	---

【背景・ねらい】

家畜ふん尿の処理・利用のための施設や機械は各種方式のものがあるが、どの方法もすべての条件で採用できるわけではなく、個々の経営実態、飼養管理方法に合致したものを見極めて選定することが重要である。しかし、現実には、建設費の安い方式を採用したため、あるいはメーカーのコマーシャルベースの情報で方式を決めてしまったため、後で高額の維持管理費に苦勞するといった事例も多い。

そこで、畜産経営の状況に応じた施設選定の留意点を整理するとともに、効率的な環境対策効果が期待できる汚水の処理・利用施設（機械）、堆肥化施設、脱臭施設（装置）、焼却施設、炭化施設について、技術要素、処理経費等を明らかにするとともに、構造上の特徴、機能、経済性等を整理し、評価を行って、その結果を畜産農家や関係機関に情報提供する。

【成果の内容・特徴】

1. 環境対策施設メーカーに環境対策施設の優良事例を募り、応募のあった施設の情報を整理した評価結果を「家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック」として取りまとめたものである。
2. 評価委員会では、評価のためのデータの有無、技術的完成度、コスト、施工性等を吟味・評価した。
3. 提出された資料をもとに、総合評価および評価チャートを作成し、評価書として取りまとめた。
4. このガイドブックは、「汚水処理施設編」、「堆肥化処理施設編」、「脱臭・焼却・炭化施設編」の3部で構成される。
5. 汚水処理編では、汚水の資源利用、浄化放流、再利用のための施設・機械の種類と構造、機能、特徴、経済性および日常管理の留意点について概説した。
6. 堆肥化処理施設編では、堆肥化施設の

各種方式別に、構造、機能、特徴、経済性および日常管理の留意点について概説した。

7. 脱臭・焼却・炭化施設編では、脱臭対策の必要性、焼却、炭化処理施設導入の要件、および各種脱臭、焼却、炭化施設の種類と構造、機能、特徴、経済性および日常管理の留意点について概説した。
8. ガイドブックを参照することにより、経営に見合った施設選定ができる。
9. 優良施設の普及が図れるとともに、評価結果を1/2リースや補助事業の際の機種選定の参考資料として活用できる。

【成果の活用面・留意点】

1. このガイドブックは、機構のホームページに全文を公開している。
2. 実際の導入に当たっては、専門家のアドバイスを受けることをお勧めする。
3. 污水处理施設および脱臭施設については、あわせて視聴覚ビデオを作成し、普及の促進を図っている。

【その他】

研究課題名：2. 家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価基準策定事業

- 1) 污水浄化処理
- 2) 堆肥化処理
- 3) 脱臭処理等

研究期間：平成15～18年度

発表論文等：

家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（污水处理施設編）、(財)畜産環境整備機構、pp255、平成16年3月
 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（堆肥化処理施設編）、(財)畜産環境整備機構、pp269、平成17年3月
 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（脱臭・焼却・炭化施設編）、(財)畜産環境整備機構、pp277、平成18年11月

家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（脱臭・焼却・炭化施設編）、(財)畜産環境整備機構、pp277、平成18年11月

小川ほか：畜舎污水处理施設のコスト比較、第7回日本水環境学会シンポジウム（2004）

小川ほか：畜舎污水处理施設の設計諸元に関する考察、第39回日本水環境学会年会（2005）



2. 堆肥の窒素肥効が堆肥分析値から簡易に推定できる

【要約】堆肥の30℃、4週間培養による無機態窒素は化学肥料に相当する速効性窒素と考えられる。この無機態窒素を堆肥の成分分析値から精度良く推定する手法を開発した。

キーワード 肥効、堆肥分析値、重回帰式、培養無機態窒素率

【背景・ねらい】

堆肥は、従来土壌改良材として使われているが、比較的肥料成分の多い堆肥は有機質肥料としての要素が強い。このような堆肥を施用する場合には、化学肥料の施用量を削減する必要があるが、この算出に当たっては窒素等の肥効の把握が必要である。

【成果の内容・特徴】

1. 全国の堆肥センターから収集した堆肥198点を対象に窒素、炭素などの一般成分分析を行うとともに、30℃4週間の畑土壌条件での培養試験を行い、得られた培養無機態窒素率を従属変数（Y）とし、化学分析などから得られた水分、灰分、pH、EC、全窒素、全炭素、C/N比、発芽指数、酸素消費量、堆肥の塩酸抽出で得られた無機態窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の12項目を説明変数として、重回帰式を作成した。

2. 堆肥の培養

無機態窒素率は、4週間培養後の土壌と堆肥混合土壌の無機態窒素量（mg/乾土g）から、土

壌のみのブランク値を差し引いた無機態窒素量（mg/乾土g）を堆肥の施用窒素量（mg/乾土g）で割って算出した。

3. 培養によって求めた堆肥の無機態窒素率（%）の実測値変動幅と平均値を表1に示した。培養無機態窒素率は乳用牛で最も低く、採卵鶏で高くなった。
4. 堆肥の培養無機態窒素率を推定する重回帰式を表2に示した。また、各畜種における実測値と推定値の関係を図1に示した。
5. 推定精度の指標であるRSD（回帰からの残差の標準偏差）は、乳用牛およびブロイラーで小さかった（図1）。

【成果の活用面、留意点】

1. 尿酸が高濃度に保留された高窒素鶏ふん堆肥では表2に示した重回帰式が適用できない場合がある。

表1 家畜ふん堆肥の培養無機態窒素率の実測値

畜種	試料数	培養無機態窒素率の実測値		
		変動の範囲	平均値	標準偏差
乳用牛	33	-4.9 ~ 14.8	6.8	4.7
肉用牛	34	-5.6 ~ 35.5	11.9	8.3
豚	32	-3.2 ~ 35.5	15.9	9.3
採卵鶏	35	-0.6 ~ 35.2	17.8	9.1
ブロイラー	15	3.7 ~ 36.5	15.1	8.7
混合畜種	48	-8.0 ~ 23.3	11.1	6.9

表2 各畜種における堆肥の培養無機態窒素率を推定するための重回帰式および推定精度

乳用牛(33件)	決定係数: 0.73	RSD: 2.4
$Y=0.07806x_1+0.245x_2+1.659x_3-1.16x_4-11.66x_5+1.287x_6-1.518x_7+0.003314x_8-0.3345x_9+376.8x_{10}-370.3x_{11}-372.2x_{12}-13.78$		
肉用牛(34件)	決定係数: 0.74	RSD: 4.2
$Y=0.07309x_1-0.7255x_2+2.976x_3+0.03879x_4-25.68x_5-0.2768x_6-1.843x_7+0.3234x_8+1.16x_9+135.2x_{10}-132.8x_{11}-133.9x_{12}+57.59$		
豚(32件)	決定係数: 0.86	RSD: 3.5
$Y=-0.3025x_1-1.191x_2+2.199x_3-0.9511x_4-4.663x_5-1.958x_6-0.2799x_7-0.1323x_8-0.6512x_9+104.2x_{10}-100.2x_{11}-102.8x_{12}+143$		
採卵鶏(35件)	決定係数: 0.79	RSD: 4.2
$Y=0.4517x_1+0.07358x_2+1.917x_3-2.625x_4+15.48x_5-1.614x_6+1.675x_7+0.5949x_8+0.1364x_9+10.51x_{10}-51.75x_{11}-6.552x_{12}-84.44$		
ブロイラー(15件)	決定係数: 0.91	RSD: 2.6
$Y=-0.3457x_1+1.384x_2-8.328x_3-5.314x_4-9.268x_5+5.852x_6-8.414x_7+0.1395x_8+0.1305x_9+3.071x_{10}+49.44x_{11}-1.849x_{12}-20.32$		
混合畜種(48件)	決定係数: 0.64	RSD: 4.1
$Y=-0.02491x_1-0.3792x_2+4.463x_3-0.07981x_4-11.78x_5+0.3211x_6-1.856x_7-0.1297x_8-0.3843x_9-9.753x_{10}+14.3x_{11}+11.58x_{12}+38.53$		

水分(x₁)、灰分(x₂)、pH(x₃)、EC(x₄)、全窒素(x₅)、全炭素(x₆)、C/N比(x₇)、発芽率(x₈)、酸素消費量(x₉)、塩酸抽出無機態窒素(x₁₀)、硝酸態窒素(x₁₁)、アンモニア態窒素(x₁₂)

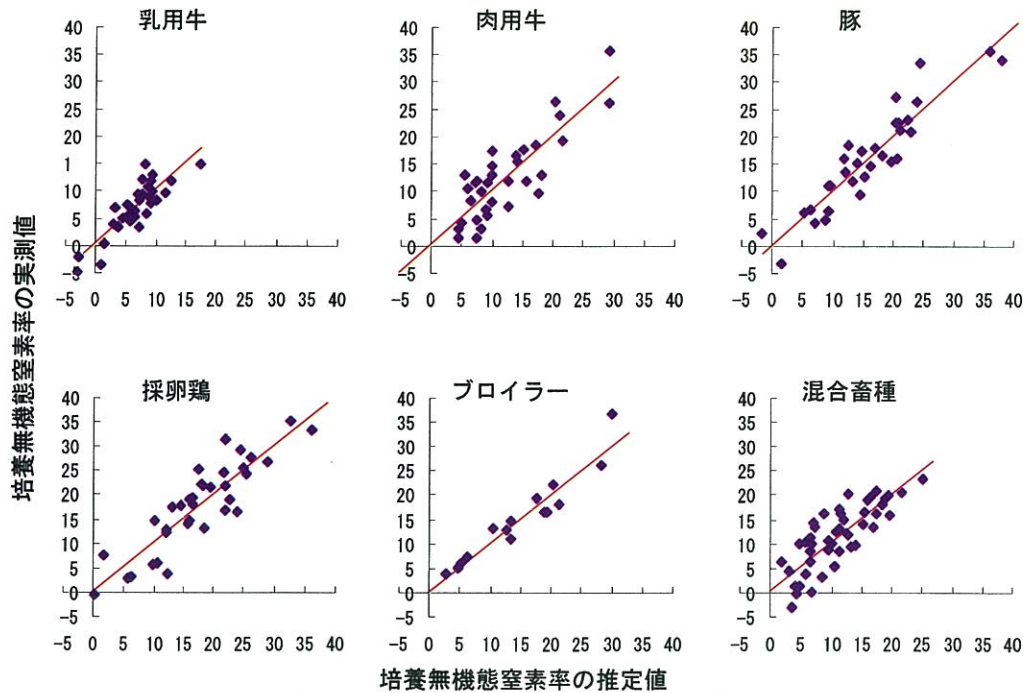


図1 各種家畜ふん堆肥における30℃、4週間培養後の培養無機態窒素率(%)の実測値と12項目による重回帰式推定値との関係

【その他】

研究課題名: 3. 畜産環境保全のための簡易測定法・判定法等開発事業

1) 堆肥の無機化率簡易推定法の開発

研究期間: 平成15~17年度

3. 家畜ふん堆肥の窒素、リン酸およびカリの肥効を取り入れた堆肥成分表の作成

【要約】従来の堆肥成分に加え、窒素、リン酸およびカリの肥効にもとづく可給態養分含量を表示した堆肥成分表を作成した。

キーワード 堆肥、窒素、肥効、可給態養分含量、堆肥成分表

【背景・ねらい】

作物の養分要求量に基づいた施肥設計において、堆肥を用いる場合には、堆肥中の各肥料成分の含量とともにその肥効率（化学肥料を100とした場合の相対値）を明らかにする必要がある。とくに、窒素の肥効は同じ畜種でも大きく変動するが、これまでの研究で、化学肥料と同じように速効的に効く窒素は、比較的簡単な堆肥の成分分析から、重回帰式によりかなり精度よく推定できることが分かってきた。

そこで、従来の堆肥成分表を、肥料成分の肥効率までを加味した成分表に改訂する。

【成果の内容・特徴】

1. 堆肥の成分分析値から重回帰式によって求めた培養無機態窒素率（堆肥の30℃、4週間培養後に存在する無機態窒素の割合）を、畜種、副資材、堆肥化処理法、およびこれらを組合わせた5つの表にまとめた。
2. そのうち畜種別にまとめたものを表1に示した。培養無機態窒素率は、乳用牛ふん堆肥の場合がもっとも低くて5.5%であった。ついで、混合畜種、肉用牛、ブロイラー、豚の順に高まり、採卵鶏で19.8%ともっとも高くなった。全体の平均で11%となり、平均的には速効的に働く窒素は堆肥の全窒素中の約1割であるといえる。

3. 窒素の場合は、培養無機態窒素率から、また、リン酸およびカリについてはそれぞれの肥効率を80%および90%として、現物堆肥トン当たりに含まれる可給態養分を表示した。

4. これらの堆肥成分表は「家畜ふん堆肥の肥効を取り入れた成分表と利用法」として公表した。

【成果の活用面・留意点】

1. 培養無機態窒素率は、30℃、4週間の培養で無機態窒素として存在する、速効性窒素を評価するものであり、それ以降に無機化してくる緩効性窒素は考慮していない。
2. 表に示された培養無機態窒素率はあくまでも平均値であり、これで全体の傾向は知ることができるが、堆肥の施用に当たっては、個別の堆肥分析値から可給態窒素含量を求める必要がある。

【その他】

研究課題名：畜産環境保全のための簡易測定法・判定法の標準化

1) 堆肥の無機化率簡易推定法の開発（平成18年度）

(3)標準堆肥成分表の作成

研究期間：平成15～18年度

表1 畜種別 堆肥成分と可給態養分含量

畜種	試料数	集計方法	水分 %	灰分 %	pH	*** 電気伝導率 EC mS/cm	全窒素 %	全炭素 %	C/N比	無機態 窒素 g kg ⁻¹	アミノ-N態 窒素 g kg ⁻¹	硝酸態 窒素 g kg ⁻¹	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽率 %	酵素 消費量 μE/g/min	無機態 窒素率 %	可給態養分		
																						N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
乳用牛	318	平均	52.2	28.6	8.6	5.6	2.2	36.6	17.6	1.158	0.489	0.688	1.8	2.8	4.4	1.5	49	167	97.0	1.7	5.5	0.1	1.5	2.5
		標準 偏差	14.0	11.3	0.6	1.4	0.7	6.4	5.2	0.847	0.450	0.775	1.1	1.2	2.2	0.8	71	92	6.5	1.3	4.0	0.1	0.9	1.0
肉用牛	304	平均	52.2	23.3	8.2	5.9	2.2	39.3	19.0	5.235	3.150	2.086	2.6	2.8	3.0	1.3	31	149	96.4	1.5	11.0	0.2	2.1	2.5
		標準 偏差	13.1	8.3	0.8	1.3	0.6	4.5	5.4	3.611	2.482	2.948	1.2	1.0	2.8	0.6	27	76	7.1	1.3	8.8	0.2	1.0	0.9
豚	144	平均	36.6	30.0	8.3	6.7	3.5	36.5	11.4	6.473	5.676	0.798	5.6	2.7	8.3	2.4	227	608	90.9	2.7	15.3	0.5	4.5	2.4
		標準 偏差	13.0	9.9	1.1	1.6	1.1	4.7	3.8	3.505	3.948	1.687	2.8	1.1	6.4	1.0	114	332	19.5	3.1	7.6	0.3	2.2	1.0
採卵鶏	127	平均	22.4	50.4	9.0	7.9	2.9	26.3	9.5	4.230	4.188	0.042	6.2	3.6	25.7	2.2	59	440	90.6	4.0	19.8	0.6	5.0	3.3
		標準 偏差	9.7	10.4	0.6	2.0	0.9	5.2	2.8	1.503	1.492	0.032	2.5	1.1	10.4	0.8	18	137	17.7	3.3	10.9	0.6	2.0	1.0
ブロイラー	27	平均	33.0	27.5	7.9	8.5	3.8	37.4	10.6	5.167	5.114	0.053	4.2	3.6	8.9	1.9	68	351	67.5	6.2	12.4	0.6	3.4	3.2
		標準 偏差	12.8	11.0	1.1	2.5	1.1	5.6	3.5	2.724	2.771	0.083	1.8	1.4	6.3	0.5	21	138	41.3	7.2	11.6	0.5	1.4	1.2
混 合	536	平均	45.5	27.4	8.5	6.4	2.5	37.7	16.2	2.489	2.031	0.459	3.2	2.9	5.9	1.6	69	257	94.3	1.9	10.8	0.3	2.6	2.6
		標準 偏差	14.3	8.9	0.6	1.6	0.8	4.5	5.3	1.706	1.688	0.777	1.8	1.1	4.2	0.8	57	165	14.6	2.1	6.1	0.2	1.4	1.0
全 体	1,456	平均	45.2	29.1	8.5	6.3	2.6	36.7	15.9	3.851	3.077	0.774	3.3	2.9	7.0	1.7	71	267	94.2	2.2	11.0	0.3	2.6	2.6
		標準 偏差	16.1	11.9	0.8	1.7	0.9	6.1	5.7	3.083	2.885	1.671	2.2	1.1	7.7	0.8	81	213	14.5	2.5	8.2	0.3	1.8	1.0

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中 ***現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正
**混合とは複数の畜種からなる
補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%) - 0.37

1) 堆肥成分分析から推定した、30℃、4週間の畑条件培養による、無機態窒素率(%)
2) 窒素は全窒素の分析値と無機態窒素率から算出、また、リン酸およびカリは、肥効率が、それぞれ、80%および90%とする文献値から算出

4. 「臭気指数」に対応した簡易ニオイセンサーの開発

【要約】 「におい識別装置」による臭気指数相当値と実際の嗅覚測定法による畜産臭気（畜舎臭、堆肥臭）の臭気指数との間には相関が認められ、比較的精度良く、臭気指数の推定が可能であることを明らかにした。「におい識別装置」の臭気指数相当値と市販「ニオイセンサー」指示値（0～2000で表示）の関係を明らかにし、求められた回帰式を組み込んだ簡易「ニオイセンサー」の試作機を作製した。これにより、牛、豚、鶏由来の複合臭の臭気指数を精度良く簡易に推定できる。

キーワード 畜産臭、臭気指数、ニオイセンサー、におい識別装置、複合臭

【背景・ねらい】

近年、単一の臭気成分物質（特定悪臭物質）での規制ではなく、複合臭を対象とした臭気指数による規制を導入する地方自治体が増加している。農家自身が自己の農場内の臭気管理を手軽に、しかも客観的に行うためには、臭気指数を精度良く測定でき、操作が容易でしかも、現場に持ち込めるポータブル型装置の開発が望まれる。

そこで、市販されているポータブル型の「ニオイセンサー」指示値とデスクトップ型の「におい識別装置」による臭気指数（相当値）との相関を明らかにすることで、畜産臭に特化した臭気指数対応型の「ニオイセンサー」の開発を、特にソフト面から行った。

【成果の内容・特徴】

1. 「におい識別装置」による畜産臭の臭気指数の評価

1) 「におい識別装置」による臭気指数相当値と嗅覚測定法による実際の畜産臭気（畜舎臭、堆肥臭）の臭気指数との間には相関が認められた。

① 回帰式は、 $Y=0.98X+2.6$ 、

② $R^2=0.76$ 、③ $RSD=3.8$ となった（図1）。

2) 「におい識別装置」による堆肥臭の測定条件は、堆肥5gを量り2Lのバッグに入れ、20～30℃で30分間置いてから測定するのがよい。

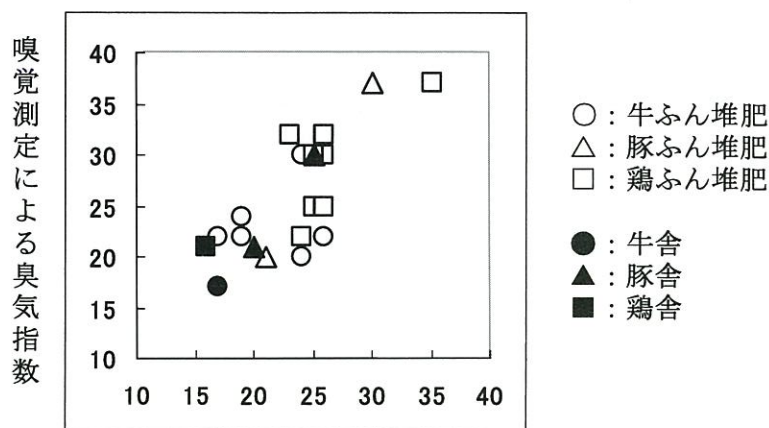
2. 市販「ニオイセンサー」指示値と「におい識別装置」の臭気指数相当値の関係

1) 「におい識別装置」の臭気指数相当値（Y）と「ニオイセンサー」指示値（X、0～2000）について、 $X=144$ を折れ点とする2本の回帰直線、① $Y=0.080X+9.3$ 、 $R^2=0.43$ 、 $RSD=3.1$ （ $0 < X \leq 144$ ）および② $Y=0.033X+16.5$ 、 $R^2=0.76$ 、 $RSD=2.3$ （ $145 < X$ ）が得られた（図2）。

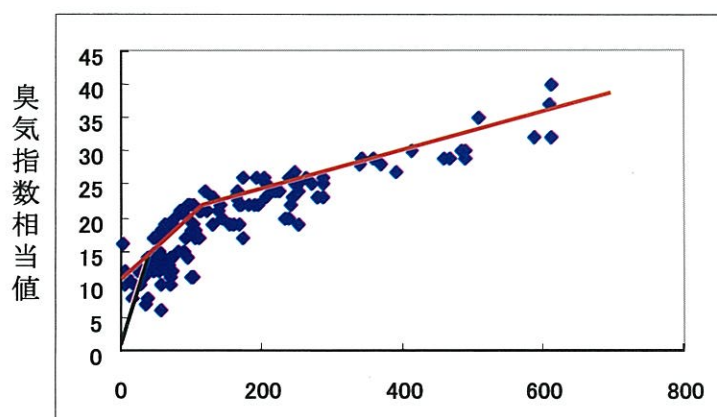
2) 上記の式に基づき、原点を通るように改変した関係式をニオイセンサーに取り込み、「臭気指数」表示の畜産用簡易ニオイセンサーを開発した（図3）。

これにより、牛、馬、豚、鶏由来の複合臭の臭気指数を簡易に精度良く推定できる簡易測定法を開発した。

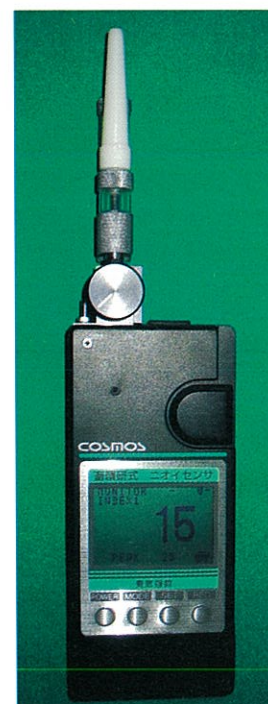
【具体的データ】



におい識別装置による臭気指数相当値
図1 畜産臭における嗅覚による「臭気指数」と「におい識別装置」による臭気指数相当値との関係



市販「ニオイセンサー」指示値
図2 畜産臭における「におい識別装置」による臭気指数相当値と市販「ニオイセンサー」指示値との関係



(縦35cm、横10cm、重量650g)



(パネル部の拡大)

図3 畜環研式ニオイセンサーの試作機

【成果の活用面・留意点】

1. 「におい識別装置」と「ニオイセンサー」の利活用法を考慮して、適宜使い分ける。
2. 臭気指数対応型の簡易「ニオイセンサー」を用いることで、農家自身が農場内臭気管理を手軽に、しかも客観的に行えるようになるため、臭気対策が図られやすくなる。
3. 試作機の普及に当たっては、アプリケー

ションノートが必要である。

【その他】

研究課題名：3. 畜産環境保全のための簡易測定法、判定法等開発事業
 2) 臭気センサーの開発
 研究期間：平成15～18年度

5. メタン発酵とユーグレナ処理で資源回収型養豚が可能である

【要約】豚舎汚水から、メタン発酵でバイオガスとしてエネルギーを回収し、さらにユーグレナ処理で浄化するとともに窒素、リンなどのミネラル類を回収し、炭酸ガスを固定する技術によって、環境負荷が少ない資源回収型養豚が可能である。

キーワード | メタン発酵、ユーグレナ処理、資源回収、低環境負荷

【背景・ねらい】

メタン発酵処理は、家畜ふん尿から、メタンという有価物を取り出すことができる優れた技術である。しかし、メタン発酵処理の後に残る消化液は、アンモニアを高濃度で含んでおり、この処理が問題となっている。ユーグレナは、光合成によってエネルギーを得ることができるため、BOD源がなくても増殖でき、またアンモニアを吸収してタンパク質の合成ができる。メタン発酵とユーグレナ処理を組み合わせることによって、環境負荷が少ない資源回収型養豚を実現する。

【成果の内容・特徴】

1. 消化液、バイオガス、大気ガス、光源のみで、ユーグレナを連続培養する技術を確立した。バイオガスに含まれる炭酸ガスを光合成によって固定して回収できる。光源には、エネルギー転換効率の良い

発光ダイオードが利用できる。

2. 余剰なバイオガスで発電し、発光ダイオードによる光源を用いることにより、天候に左右されないユーグレナの生産が可能である。
3. ユーグレナ処理によって、消化液のアンモニアの89.6～91.6%、リン酸の72.4～76.1%をユーグレナとして回収するとともに消化液を浄化できる（図1）。色度と濁度も低下させることができる（図1）。
4. メタン発酵とユーグレナ処理を組み合わせることにより、ふん尿に残存するエネルギー、窒素、リンを有効活用するとともに、炭酸ガス排出量を低減した養豚が可能である（図2）。

【成果の活用面・留意点】

1. 実規模での実証が必要である。

【具体的データ】

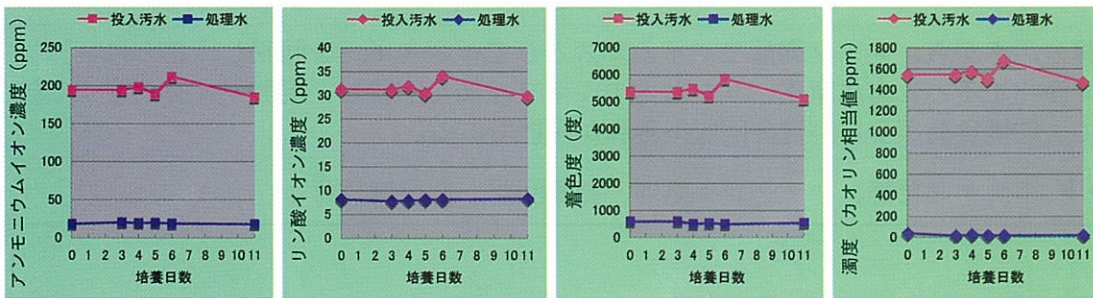


図1 投入汚水（消化液）および処理水の性状の推移

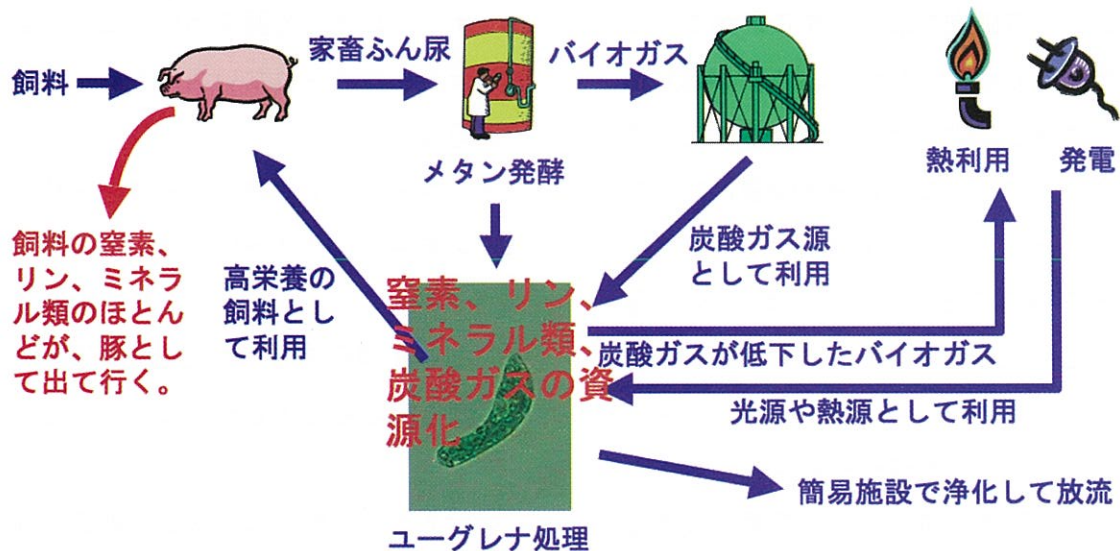


図2 メタン発酵とユーグレナ処理を組み合わせた資源回収型養豚の概要

【その他】

研究課題名：4. 環境保全新技術開発事業

- 1) メタン発酵消化液中の資源回収技術の開発

研究期間：平成15～18年度

発表論文等：

1. 長峰 孝文, 山本 朱美, 古川 智子, 小堤 恭平, 古谷 修, 小川 雄比古(2005). ユーグレナ（ミドリムシ）を用いたメタン発酵消化液の処理技術の開発 バイオガスを用いたユーグレナの培養とコストの試算. 農業施設学会口頭発表.
2. T. Nagamine, T. Kameoka, S. Furuya(2005). Three technologies to reduce the nitrogen emission from animal production. The 5th symposium of China/Japan/Korea association "Development of animal industry in a more environmentally friendly way".
3. 長峰孝文(2005). 未来の養豚はこうなる！！ メタン発酵とユーグレナが生み出す低環境排出型養豚. 養豚の友. 436: 58-61.

6. 簡易な装置による汚水処理水の脱窒・脱色法

【要約】 畜舎汚水の処理水を硫黄と炭酸カルシウムの混合剤を入れた容器に、バッチ式で24時間浸漬することにより、脱窒・脱色が容易にできる。

キーワード 高度浄化処理、脱窒、脱色

【背景・ねらい】

畜舎汚水の処理は、活性汚泥法が主流であるが、処理水の放流に際しては脱窒や色度除去等の高度処理が要求される場合が多い。特に、平成13年7月の水質汚濁防止法施行令の改正により、硝酸性窒素および亜硝酸窒素が新たに有害物質として指定されたことから、汚水処理に伴う低コスト脱窒の処理技術の確立が急がれている。

【成果の内容・特徴】

1. 硫黄と炭酸カルシウムの混合剤を用いた脱窒装置を開発した（図1）。農家が管理する汚水浄化槽から流出する高濃度のSSの影響を受けず、低コストな構造である。

【具体的データ】

2. 本装置に、活性汚泥処理水を1～6日間滞留させた結果、夏季、冬季に関わらず、2日間の滞留で硝酸が消失した（図2）。

3. 着色度は、夏季は2日目まで低下して半分になったが、以降に高くなった（図3）。一方、冬季では低下せず、長期間の滞留は、逆に着色度があがることがわかった。

【成果の活用面・留意点】

1. 硫黄と炭酸カルシウムの混合剤が安価になれば、簡易で低コストな脱窒装置として活用可能である。

2. 滞留日数は2日が適切であり、夏季はある程度の脱色が期待できる。

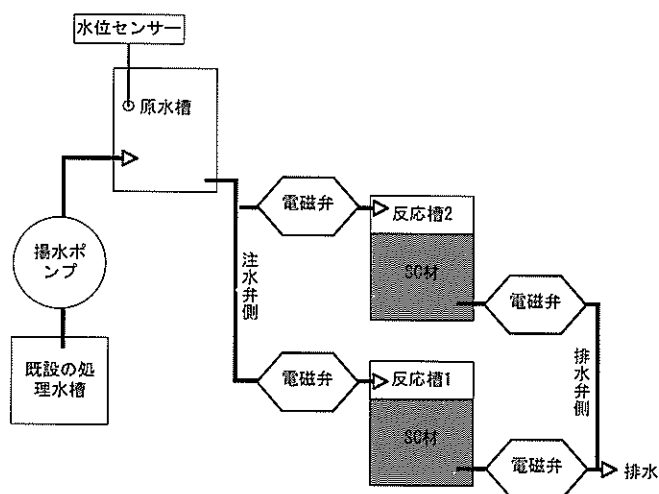


図1 硫黄と炭酸カルシウムの混合資材（SC材）による低コスト脱窒装置の構造

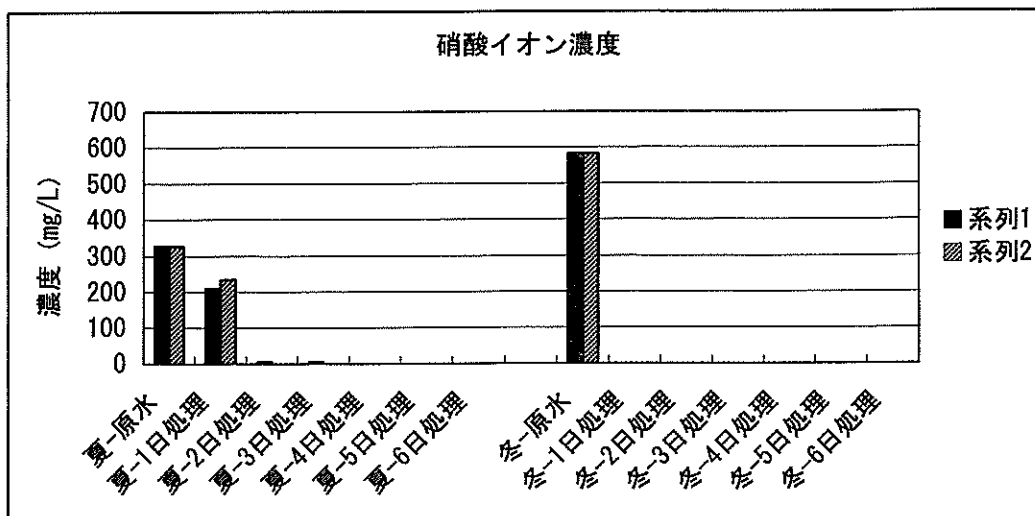


図2 原水および反応槽内の硝酸イオン濃度

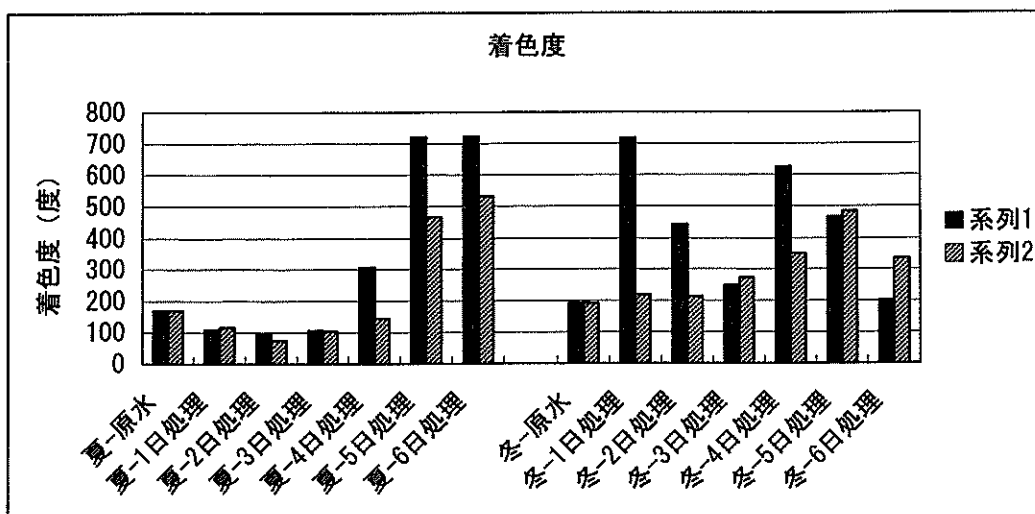


図3 原水および反応槽内の着色度

【その他】

研究課題名：4. 環境保全新技術開発事業

2) 汚水処理水の簡易低コスト脱窒・

脱色同時処理技術の開発

研究期間：平成15～18年度

発表論文等：

1. T. Nagamine, T. Kameoka,

S. Furuya(2005). Three technologies to reduce the nitrogen emission from animal production. The 5th symposium of China/Japan/Korea association "Development of animal industry in a more environmentally friendly way".

7. 豚への繊維質添加アミノ酸バランス改善飼料の給与で、活性汚泥処理コストが著しく減少する

【要約】尿中への窒素排せつ量が半減するような、アミノ酸添加の低タンパク質飼料にリンゴジュース粕を10%添加した飼料を豚に給与した場合、実験室レベルで汚水の活性汚泥処理を行い、ランニングコストの試算を行った結果、脱窒のためのメタノール費、電力費は市販飼料に比べ、65%にまで、汚泥処理費は51%にまで、全体的な処理コストは64%にまで低減する。

キーワード

豚、繊維質飼料、アミノ酸バランス、活性汚泥法、汚水処理ランニングコスト、薬剤費、電力費、汚泥処理費

【背景・ねらい】

栄養的制御によって、ふん尿量や窒素、リン等の排せつ量が低減されることが明らかになっている。このことにより、ふん尿処理施設の小型化にともなうイニシャルコスト、また、ばっ気量や炭素源の添加量の軽減にともなうランニングコストの低減が期待できる。しかし、窒素排せつ量の低減がふん尿の処理コストに及ぼす影響については未解明であり、この点が明らかにされれば「環境負荷低減型飼料」の普及が一層進むものと考えられる。

そこで、尿中窒素排せつ量の半減が、汚水処理コスト（ランニングコスト）に及ぼす影響を、薬品費、電力費および汚泥処理費等から試算する。

【成果の内容・特徴】

1. 電力費試算のための硝化速度、脱窒速度の算定

1) 硝化速度 $0.36\text{mg/g-MLSS}\cdot\text{時}$ 、脱窒速度 $1.0\text{mg/g-MLSS}\cdot\text{時}$ が得られた（図1，2）。投入窒素量を低CP飼料区 250mg-N/日 、標準CP飼料区 375mg-N/日 として、各工程の必要滞留時間を算定すると、標準CP飼料区の硝化工程26.3時間、脱窒工程5.2時間、低CP飼料区の硝化工程18.8時間、脱窒工程3.7時間と

算定された。

2. 汚水処理ランニングコスト

1) 有効容量10Lの汚水処理実験装置により、標準CPと低CPリンゴジュース粕10%配合飼料の給与による豚舎汚水を想定した硝化・脱窒処理試験を行ったところ、低CPリンゴジュース粕飼料を給与することで、汚泥増殖量の低減（図3）がみられた。これから、脱窒工程の①薬剤費が57%、②電力費が71%、汚泥処理工程の③薬剤費51%、④電力費50%にそれぞれ低減すると試算された（表1）。

2) これらを合計した全体のランニングコストは、標準CP飼料給与の場合の64%と算出される（表1）。

3. 汚水の処理機能

1) 標準CP、低CP+リンゴジュース粕（10%配合）飼料給与のいずれも、BOD除去率90~100%、窒素除去率88~96%が得られた。

【成果の活用面・留意点】

1. 窒素規制に低コストで対応できる実用規模の実験を行い、汚水処理負荷軽減およびランニングコスト低減を実証する必要がある。

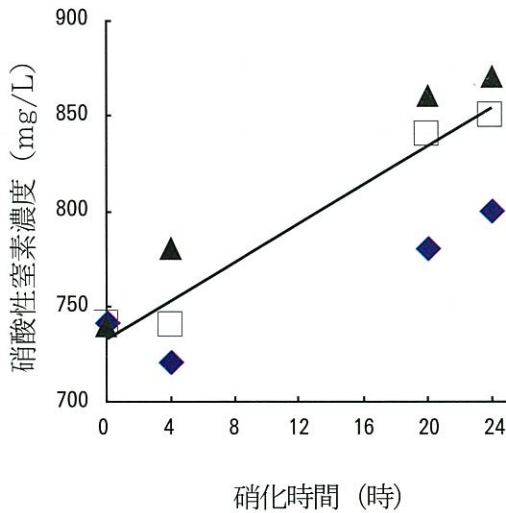
2. 繊維質飼料は当該地域で入手しやすいものを選択する。
3. 自家配合を行う場合の飼料（アミノ酸）設計は、日本飼養標準・豚（2005年版）に従って行う。

【その他】

研究課題名：4. 畜産環境保全新技術開発事業

3) 家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証

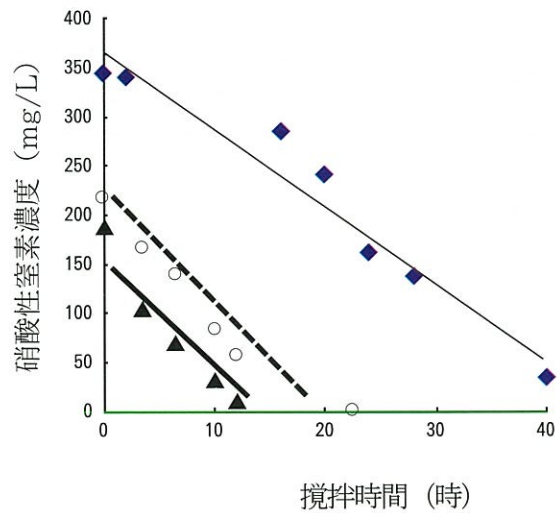
研究期間：平成15～18年度



硝化時間 (時)

図1 硝化速度

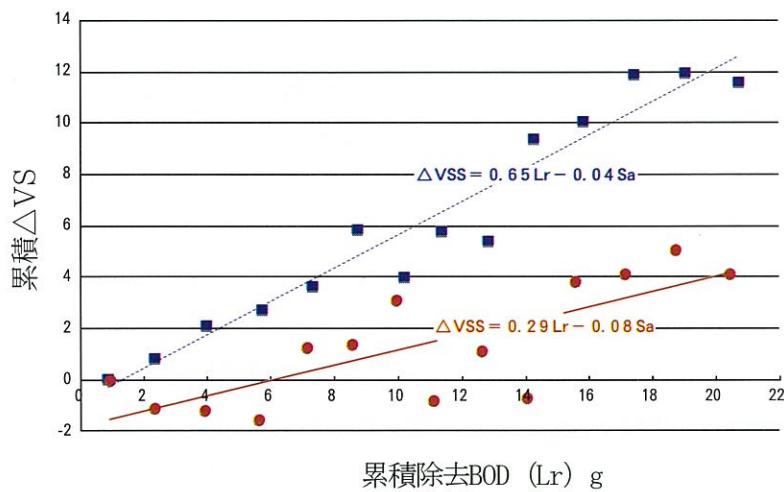
硝化開始時混合液 pH : ◆ 6.4、□ 7.0、▲ 8.0



脱窒時間 (時)

図2 脱窒速度

MLSS : ◆ 3,700、○ 4,200、▲ 6,400



累積除去BOD (Lr) g

図3 汚泥増殖速度の検討

■ : 標準CP飼料 ● : 低CP飼料

表1 活性汚泥法処理による汚水処理ランニングコストの試算

	脱窒工程			汚泥処理工程			合計
	薬剤費*	電力費*	小計	薬剤費*	電力費*	小計	
標準CP飼料	1,360	1,640	3,000	110	44	154	3,154
低CP飼料	780	1,170	1,950	56	22	78	2,028
相対値(%)	57	71	65	51	50	51	64

* 処理水のT-N濃度を100mg/Lとした場合の円/出荷豚1頭

8. 豚への繊維質添加アミノ酸バランス改善飼料の給与で、メタン発酵の効率が高まり、硫化水素の発生量が大幅に減る

【要約】アミノ酸添加の低タンパク質飼料にリンゴジュース粕を10%添加した飼料を豚に給与すると、尿中への窒素排せつ量が半減した。排せつ物全量をメタン発酵処理したところ、メタン発酵によるVS当たりのガス発生量が1.6~1.7倍に増加し、メタン発酵のエネルギー転換効率が1.3倍に増加した。バイオガス中の硫化水素濃度が1/5に低減した。

キーワード

豚、繊維質飼料、メタン発酵、エネルギー転換効率、バイオガス発生量、硫化水素

【背景・ねらい】

豚の尿中窒素排せつ量を低減させるには、アミノ酸添加により、飼料のアミノ酸バランスを整え、飼料中粗タンパク質(CP)含量を低下させた飼料を給与する方法と、飼料にリンゴジュース粕のような良質な繊維質飼料原料を配合して給与する方法がある。この両技術を組み合わせ、低CP飼料にリンゴジュース粕を10%配合することにより、発育や肉質を損なわずに尿中窒素排せつ量が約半分に減少される技術が開発された。その場合の污水处理コストが60~70%に減少する見通しが得られたが、メタン発酵に及ぼす影響は明確ではない。そこで、本研究では、メタン発酵槽への窒素およびエネルギー投入量とメタン発酵のエネルギー転換効率およびバイオガス発生量への影響について検討する。

【成果の内容・特徴】

1. メタン発酵処理（中温発酵処理）

1) アミノ酸添加低タンパク質（CP）飼料にリンゴジュース粕を10%添加した試験飼料を豚に給与すると、尿中窒素排せ

つ量は半減、総窒素排せつ量は70%にまで低減した。

- 2) 標準的CPの対照飼料に比較して、①メタン発酵槽投入液のアンモニア態窒素濃度は66%、②消化液のアンモニア態窒素濃度は74%にまで減少した。③全窒素濃度には大きな差は認められなかった。
- 3) 試験飼料の給与により、メタン発酵によるVS当たりのガス発生量が1.6~1.7倍に増加し（図1）、メタン発酵のエネルギー転換効率が1.3倍に増加した（表1）。

*VS=主に有機性物質を指す

- 4) 試験飼料の給与により、バイオガス中の硫化水素濃度が1/5に低減した（表2）。
- 5) 試験飼料によるメタン発酵の効率化は、メタン発酵槽内のアンモニア態窒素濃度の低減、リンゴジュース粕給与によるふん中易分解性有機物の増加等によると考えられた。
- 6) 以上の結果から、試験飼料給与により、メタン発酵処理システムの低コスト化が期待される。

【具体的データ】

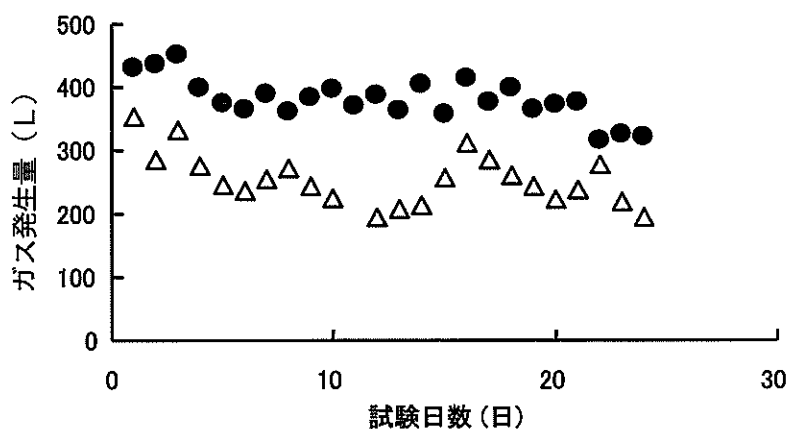


図1 VS当たりのバイオガス発生量
△：対照飼料 ●：低リンゴ飼料

表1 メタン発酵におけるエネルギー転換効率

	飼料 摂取量 (g/日)	摂取 エネルギー (kcal/日)	発酵槽投入エネルギー*			メタン発酵* エネルギー (kcal/日)	エネルギー 転換効率 (%)
			ふん (kcal/日)	尿 (kcal/日)	総 (kcal/日)		
標準飼料	3,970	15,173	8,829	910	9,739	1,954	20
低リンゴ飼料	3,880	14,834	8,913	495	9,407	2,329	25
相対値			101	54	97	119	125

各区分試3頭の一日当たりの平均値

* 各区分試3頭の合計値

表2 バイオガス組成

	硫化水素 (ppm)	二酸化炭素 (%)	メタン (%)
標準飼料	4,130	36	64
低リンゴ飼料	850	37	63

【成果の活用面・留意点】

1. 高温発酵処理も実施したが、特に標準CP飼料給与において高温によるメタン発酵阻害が大きく現れた。

- 3) 家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証（大阪府立食とみどりの総合技術センターへの委託研究で実施）

研究期間：平成15～18年度

【その他】

研究課題名：4. 畜産環境保全新技術開発事業

9. 家畜ふん尿の堆肥化および汚水処理のインターネットによる支援システムの開発

【要約】 堆肥生産と汚水処理をサポートするインターネットサイトを開設した。

キーワード 堆肥生産、汚水処理、インターネット

【背景・ねらい】

畜ふん尿のほとんどが堆肥化または汚水浄化によって処理されている。しかし、畜産農家に知識が不足していることが少なくなく、これらの処理が思うようにできていない状況がある。そこで、インターネット等によって、これらの情報を普及し、支援するサイトを開発する。

【成果の内容・特徴】

1. 堆肥生産と汚水処理のサポートシステムをインターネットに公開した（図1、図2）。基礎的なことをイラストを多用して、容易に理解できるようになっている。

「畜産農家のための堆肥生産サポートシ

ステム」

<http://www.chikusan-kankyo.jp/taihiss>

「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」

<http://www.chikusan-kankyo.jp/osuiss>

2. 堆肥サポートシステムには、様々な堆肥の成分と写真を見られるページを作成した。家畜ふん堆肥には、多くの種類があることを知ることができる。

3. 汚水処理サポートシステムには、活性汚泥法の汚水浄化施設に問題が生じた時に、状況を入力すれば対処方法が表示される「活性汚泥処理のトラブル診断システム」を掲載した。

【具体的データ】

The screenshot shows the homepage of the 'Support System for Livestock Farmers' (畜産農家のための堆肥生産サポートシステム). The page has a light blue background and contains the following text:

畜産農家のための堆肥生産サポートシステム
来訪者数

このページは、畜産農家の堆肥生産を総合的にサポートすることを目的に、畜産環境技術研究所によって運営されています。よりいっそう畜産農家の皆様方のためになるホームページとしていきたいと思っています。ここで示された情報ではダメだとか、こんな情報もほしいなど、ご意見・ご感想がありましたら、[サポート@chikusan-kankyo.jp](mailto:support@chikusan-kankyo.jp)（宛先の「サポート」を半角の「ss」に書き換えてください）までお願いいたします。

- **更新情報**
本システムは皆様のご意見を取り入れながら更新されます。更新された内容をここで確認してください。
- **畜産農家のための堆肥生産サポートシステムについて**
本システムについて、どのような目的で作成されたのか等については、こちらをご覧ください。
- **堆肥生産で困った時のページ**
堆肥生産で困った時には、こちらを参考にしてください。
- **堆肥生産についての基礎知識**
堆肥生産に関する基礎的な情報を見ることができます。
- **使えれば安く便利な技術**
使える場面は限定されますが、コストを下げたり、作業を楽にしたりできる情報を見ることができます。
- **堆肥写真館**
様々な堆肥の成分と写真を見ることができます。

図1 堆肥生産サポートシステムのトップページ

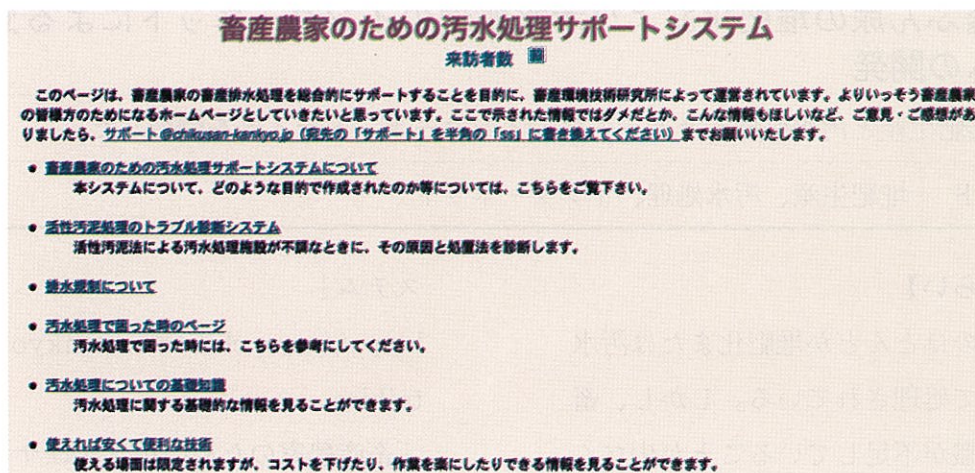


図2 汚水処理サポートシステムのトップページ

【成果の活用面・留意点】

1. 畜産農家が堆肥に関する基礎的知識を身につけることで、堆肥の利活用を促進させる。
2. 畜産農家が汚水処理に関する基礎的知識を身につけることで、施設の適切な導入と管理を促進させる。
3. 利用するためには、インターネットに接続できる環境が必要である。

【その他】

研究課題名：5. 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業

- 1) 堆肥生産サポートシステムの開発
- 3) 汚水処理サポートシステムの開発

研究期間：平成15～18年度

発表論文等：

1. 長峰孝文, 亀岡俊則, 山本朱美, 古川智子, 小堤恭平, 古谷 修 (2003). 活性汚泥処理のトラブル診断システムの開発. 日本畜産環境学会口頭発表.
2. 長峰孝文(2004). 畜産における排水を処理している活性汚泥処理施設のトラブル診断システムの開発. 畜産の研究. 58: 293-296.
3. 長峰孝文(2004). 活性汚泥施設のトラブル診断システム. 畜産技術. 595: 16-18.

10. 埋もれた「在野技術」を掘り起こす

【要約】 畜産農家が実践していながらも普及していない技術について、堆肥生産関連10件、汚水処理関連5件をマニュアル化した。

キーワード | 在野技術、低コスト技術

【背景・ねらい】

今日の畜産業において、経営的にひっ迫していたり、経営者が高齢で何年畜産を続けられるのか不明であったりといった理由により、新たな借入金による堆肥化施設の増築や改善が困難な畜産農家が見られる。このような畜産農家は、法的な問題や悪臭などの問題を超低コストでクリアできる簡易な技術を切望している。一方、確かな技術とはなっていないながらも、農家が試行錯誤しながら利用している「在野技術」がある。そこで、堆肥生産および汚水処理に関する在野技術を探索し、再現性のある確かな技術としてマニュアル化する。

【成果の内容・特徴】

1. 堆肥に関する以下の10件の在野技術をマニュアル化した(図1)。

- (1) 建築廃材の利用
- (2) 細断古紙の利用
- (3) 地域特有の有機性廃棄物の利用について
- (4) バンクリーナ簡易モミガラ散布器
- (5) 豚スラリーの簡便モミガラ堆肥調製法
- (6) 米ぬか等の被覆で悪臭を回避
- (7) 発酵床豚舎で堆肥生産の手間を低減
- (8) 過リン酸石灰の添加でアンモニア臭

を減らす

(9) 手作りハエ取り器

(10) 木材のスライスチップ

これらのマニュアルは、「畜産農家のための堆肥生産サポートシステム」に掲載し、インターネットを介して閲覧できる。

<http://www.chikusan-kankyo.jp/taihiss>

2. 汚水処理に関する以下の5件の在野技術をマニュアル化した(図2)。

- (1) 豚舎汚水の簡易ばっ気処理
- (2) 酪農尿汚水の簡易ばっ気処理
- (3) 手作りスカム除去装置
- (4) 発酵床豚舎で汚水の発生を低減
- (5) 汚水処理への貝殻の利用

これらのマニュアルは、「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」に掲載し、インターネットを介して閲覧できる。

<http://www.chikusan-kankyo.jp/osuiss>

3. 農家の間で試行錯誤されていた技術を、明確なマニュアルにしたことにより、誰でも利活用できる技術にした。

【成果の活用面・留意点】

1. 利用するためには、インターネットに接続できる環境が必要である。

【具体的データ】

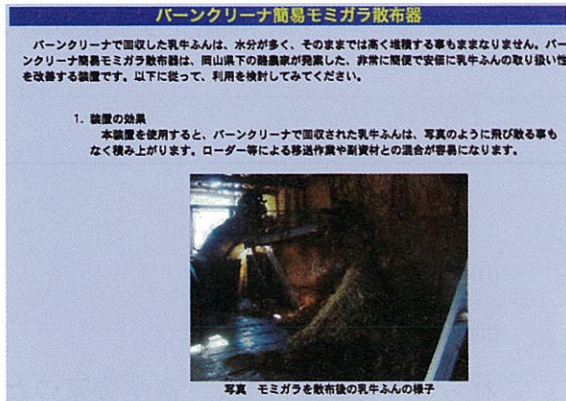


図1 堆肥生産のマニュアルの例



図2 汚水処理のマニュアルの例

【その他】

研究課題名：5. 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業

- 1) 堆肥生産サポートシステムの開発
- (2) 堆肥生産に関する在野技術の確立
- 3) 汚水処理サポートシステムの開発
- (2) 汚水処理に関する在野技術の確立

研究期間：平成15～18年度

発表論文等：

1. 長峰 孝文, 山本 朱美, 古川 智子, 小川 雄比古, 小堤 恭平, 古谷 修(2004).

発酵床豚舎の床成分の調査とミネラル成分蓄積の試算. 日本養豚学会口頭発表.

2. 長峰孝文 (2005). 「ふん尿消滅型」発酵床豚舎の床の成分(その1) 消えたふん尿と床資材. 養豚の友. 430: 33-36.
3. 長峰孝文 (2005). 「ふん尿消滅型」発酵床豚舎の床の成分(その2) 発酵床は何年続けられるか? 養豚の友. 431: 56-58.

Ⅱ. 事業成果刊行物一覧

1. マニュアル類

- 1) 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（汚水処理編）、(財)畜産環境整備機構、p.p.255.平成16年3月.
- 2) 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（堆肥化処理編）、(財)畜産環境整備機構、p.p.269.平成17年3月.
- 3) 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（脱臭・焼却・炭化施設編）、(財)畜産環境整備機構、p.p.277.平成18年11月.
- 4) 作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き（技術解説編）、(財)畜産環境整備機構、p.p.124.平成17年3月.
- 5) 家畜ふん堆肥の肥効を取り入れた堆肥成分表と利用法、(財)畜産環境整備機構pp.44、平成19年3月
- 6) 畜産農家のための活性汚泥の観察マニュアル，平成18年3月.
- 7) 畜産農家のための安くて便利な技術集（汚水処理編），平成19年3月.
- 8) 畜産農家のための安くて便利な技術集（堆肥生産編），平成19年3月.

2. ビデオ

- 1) 「家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（汚水処理編）」ビデオ、2003.3
- 2) 「家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（脱臭編）」ビデオ（DVD版）、2007.3

3. ホームページ等

- 1) 畜産農家のための汚水処理サポートシステム

<http://www.chikusan-kankyo.jp/osuiss/index.htm>

2003.10.14 「畜産農家のための畜産排水処理サポートシステム」をインターネット上に公開

2006.9.10 「排水規制について」を新たに追加した。

2007.3.30 「掲示板」を新たに追加

2007.3.30 「使えば安くて便利な技術」を新たに追加

2007.3.30 「汚水処理についての基礎知識」を新たに追加

2007.3.30 「汚水処理で困った時のページ」を新たに追加

- 2) 畜産農家のための堆肥生産サポートシステム

<http://www.chikusan-kankyo.jp/taihiss/index.htm>

2006. 4 .13 「畜産農家のための堆肥生産サポートシステム」をインターネット上に公開

2007. 3 .30 「堆肥生産で困った時のページ」に項目を追加

2007. 3 .30 「堆肥生産についての基礎知識」に項目を追加

2007. 3 .30 「使えば安くて便利な技術」を新たに追加

2007. 3 .30 「堆肥写真館」を新たに追加

4. その他

- 1) 畜産環境技術研究所年報 第7号 (平成15年度)、(財)畜産環境整備機構、pp.131.
平成16年7月.
- 2) 畜産環境技術研究所年報 第8号 (平成16年度)、(財)畜産環境整備機構、pp.92.
平成17年7月.
- 3) 畜産環境技術研究所年報 第9号 (平成17年度)、(財)畜産環境整備機構、pp.54.
平成18年7月.
- 4) 畜産環境技術研究所年報 第10号 (平成18年度)、(財)畜産環境整備機構、pp.64.
平成19年3月.