



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

家畜排せつ物利用促進等技術開発普及事業に係る

研究成果情報集

(平成 19～21 年度)

(家畜排せつ物利用促進等技術開発普及事業報告書より抜粋)

平成 22 年 3 月



財団法人 畜産環境整備機構

はじめに

平成19年3月に公表された「家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針」（農林水産省）において、喫緊に推進に努めるべき課題として、たい肥の肥効特性を考慮した肥培管理に関する技術、ニーズに即したたい肥の生産技術、たい肥化の過程で発生する悪臭の原因となる物質の量を低減する技術等があげられております。

これらの課題に的確に対処するため、当畜産環境整備機構は平成19年度から21年度にわたって、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助成を受け、「家畜排せつ物利用促進等技術開発普及事業」に取り組んできました。

本事業は4本の主要な柱で構成され、「事業推進等委員会」では、事業全体の効率的推進を図るため、学識経験者からの助言・指導等を頂きました。「たい肥の利用拡大のための技術の開発」では、資源循環型畜産の推進に資するため、たい肥、土壌、化学肥料の3者を合わせて成分調整する施肥調整システム等を開発しました。「環境負荷低減技術の実証」では、環境に配慮した畜産の推進に資するため、養豚経営において、アミノ酸含量調整飼料を給与して排せつ物の処理コストや臭気低減効果について実証しました。また、「畜産環境技術情報の提供」では、畜産環境対策に関する新技術や新製品について収集、評価し、インターネット等でその情報を提供しました。

本報告書は、3年間に実施した事業概要および得られた研究成果を中心に取りまとめたものです。普及、実用化に結びつく成果だけでなく、さらに研究を重ねることが必要な成果も含まれておりますが、畜産環境問題の解決の一助となれば幸甚であります。

本報告書の刊行にあたって、事業期間を通じて適切なご指導を頂いた推進委員、専門委員ならびに関係各位の皆様に厚く御礼を申し上げます。

平成22年3月

財団法人畜産環境整備機構

理事長 堤 英隆

目 次 (抜粋)

IV. 主な研究成果

1. 畑土壌の有効態窒素量の推定が土壌分析値から短期間で簡易に推定できる……26
2. 野菜栽培における窒素成分の調整施肥による有効性の実証……28
3. たい肥の肥効および土壌の有効態窒素を考慮し、化学肥料を併用した調整施肥設計システムの開発……30
4. 家畜ふんたい肥の土壌改良効果の程度を数値化できる……32
5. 多量のたい肥施用に伴う土壌の物理性・化学性の改良効果と作物の生育反応…34
6. たい肥化過程で揮散するアンモニアを電気硝化で回収してたい肥に戻す……36
7. アミノ酸調整飼料給与による汚水処理コスト低減の実態解明……38
8. 開放型および密閉型肥育豚舎の臭気発生実態を調査した……40
9. 肥育豚に低タンパク質飼料を給与し汚水処理コストを減らす……42
10. 畜産環境技術情報の提供……44
11. 畜産環境技術情報を効率よく検索し、容易に閲覧できる……46

VI. 成果刊行物一覧

IV. 主な研究成果

1. 畑土壌の有効態窒素量の推定が土壌分析値から短期間で簡易に推定できる

【要約】土壌の30℃、4週間培養による無機態窒素は作物が吸収利用できる窒素と考えられる。この有効態窒素を土壌の成分分析値から短期間で簡易に精度良く推定する手法を開発した。

キーワード 畑土壌、たい肥、有効態窒素量、重回帰式、施肥設計

【背景・ねらい】

土壌の可給態養分量を把握することは、環境保全型の施肥設計に必要な情報である。従来、土壌の培養法による窒素の無機化量を可給態窒素量とみなしているが、4週間の培養期間を要することから、より簡易で迅速な化学的抽出法による可給態窒素量の推定法が求められている。そこで、たい肥の連年施用等によって蓄積された各種土壌における可給態窒素量の推定法を重回帰式を用いる方法により開発する。

【成果の内容・特徴】

1. 全国の農家ほ場（露地畑）から収集した畑土壌76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週間の畑水分条件下での培養を行い、得られた有効態窒素量を従属変数（Y）とし、乾熱処理後の無機態窒素（アンモニア態窒素＋硝酸態窒素）、熱水オートクレーブ抽出窒素を説明変数（X）とする2変数による重回帰式を作成した。
2. 土壌の有効態窒素量は4週間培養後の土壌中に存在する無機態窒素量の全量で表した。有効態窒素量の推定に用いた畑土壌の化学成分値を表1に示した。有効

態窒素量の平均値±標準偏差は14.4±8.6であった。なお、無機態窒素量を差し引いた可給態値窒素量の平均値±標準偏差は7.0±4.1であった。

3. 全土壌における実測値と推定値の散布図および回帰直線を図1に示した。推定式の作成に用いた土壌は土壌タイプに関係なく、各変量はほぼ回帰直線上に分布した。有効態窒素量を推定する重回帰式および推定精度を表2に示した。推定精度の指標であるRSD（回帰からの残さの標準偏差）は2.9となった。

【成果の活用面・留意点】

1. 土壌の有効態窒素量の推定式は分析に用いた土壌タイプの黒ボク土、灰色低地土、褐色低地土、赤黄色土に適用することができる。

【具体的データ等】

表1 有効態窒素量の推定に用いた畑土壌の化学成分値

畑土壌	pH (H ₂ O)	EC mS/cm	全窒素 %	全炭素 %	乾熱アンモニア態窒素	乾熱硝酸態窒素	乾熱無機態窒素	熱水オートクレーブ抽出窒素	中性リン酸抽出窒素	0.4M硫酸抽出窒素	有効態窒素	無機態窒素	可給態窒素
					mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
平均値	6.35	0.24	0.85	3.02	4.11	6.04	10.2	8.58	7.13	27.9	14.4	7.36	6.99
標準偏差	0.37	0.20	0.85	2.50	2.60	5.65	8.25	4.63	3.58	20.1	8.62	5.78	4.08

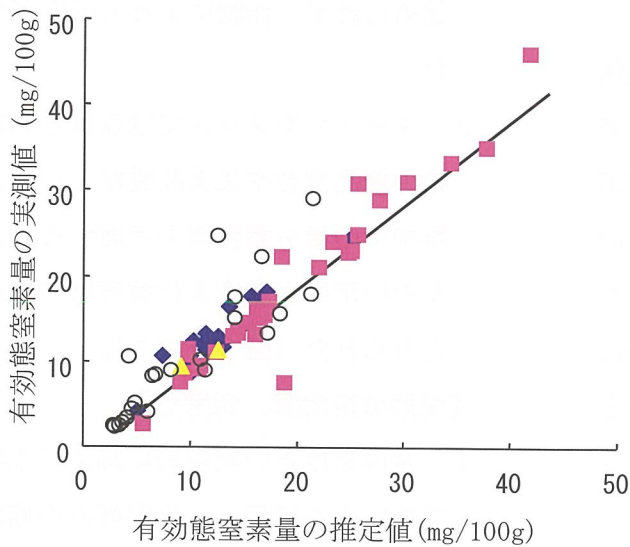


図1 畑土壌における30℃、4週間培養後の有効

■ : 黒ボク土、◆ : 灰色低地土、▲ : 褐色低地土、○ : 赤黄色土

表2 有効態窒素量を推定するための重回帰式および推定精度

測定項目	r ²	RSD	重回帰式	有意水準
乾熱無機態窒素および 熱水オートクレーブ抽出窒素	0.86	2.9	Y=0.434+0.891X ₁ +0.568X ₂	P<0.01

X₁ : 乾熱無機態窒素、X₂ : 熱水オートクレーブ抽出窒素

【その他】

研究課題名

2. たい肥利用拡大のための技術の開発
普及事業

1) たい肥の肥効特性解明に基づく調
整利用技術の開発

(1)各種土壌における可給態養分量の

簡易推定法の開発

研究期間：平成19～21年度

成果発表等：

1. 山本朱美ら（2008）：土壤肥料学会愛
知大会．講演要旨51頁．

2. 野菜栽培における窒素成分の調整施肥による有効性の実証

【要約】 土壌とたい肥の有効態窒素および化学肥料三者の窒素成分の調整施肥により、コマツナ、ホウレンソウ、キャベツ、メロンの生育、収量が化学肥料施肥区と同等に確保できることを明らかにした。

キーワード 窒素、調整施肥、土壌、たい肥、野菜

【背景・ねらい】

農耕地土壌の養分の蓄積が進み、環境保全型農業が進められている。また、化学肥料価格の高騰に伴い、たい肥の利用促進が求められている。そこで、土壌とたい肥の有効態窒素（可給態窒素＋無機態窒素）および化学肥料による調整施肥が野菜栽培において有効かを試験した。春作コマツナと秋作ホウレンソウは神奈川県農業技術センターで、春・秋作キャベツとメロンは熊本県農業研究センターで試験を行った。

【成果の内容・特徴】

1. 窒素成分の調整施肥とは、各作物の施肥基準の窒素量から土壌に蓄積された有効態窒素量（可給態窒素と無機態窒素の合計量）を差し引き、残りをたい肥と化学肥料で配分して施肥を行う方法である。
2. 施肥基準の窒素量において、土壌、たい肥、化学肥料による調整施肥を行ってもコマツナおよびホウレンソウともに化学肥料区と同等の生育、収量が確保できた（図1）。ただ、施肥標準量に占める土壌由来の窒素割合が高いほどコマツナの収量は低下する傾向を示す（図2）一方、ホウレンソウではそのような傾向は

認められず、作物によって反応が異なった。

3. キャベツやメロンでは収量と品質（規格の優品割合や果実品質など）並びに土壌中での養分蓄積等を考慮すると、牛ふんたい肥による窒素代替率は50%が上限とみられた（図3と表1）。

【成果の活用面、留意点】

1. 本成果はたい肥窒素に加えて土壌の有効態窒素を活用し、化学肥料の施肥量を抑えた環境保全型の施肥条件下で作物を栽培する場合に役立つ。
2. 施肥基準窒素量に占める土壌由来の窒素割合が高くなる場合、コマツナの例にみられるように栽培期間の短い作物の収量低下を避けるために、化学肥料の配分割合を増やすなどの施肥の工夫が必要である。

【具体的データ】

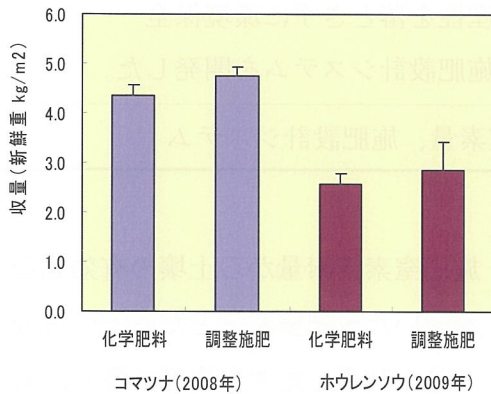


図1. コマツナ(2008年春作)とホウレンソウ(2009年秋作)の収量比較

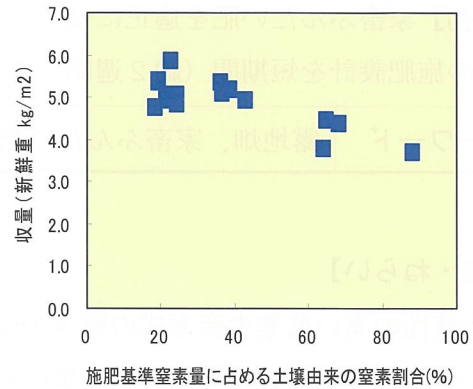


図2. 施肥基準量に占める土壌由来の窒素割合とコマツナ(2009年春作)の収量との関係

表1 メロン(2008年秋作)の収量と品質

試験区	収量 (kg/10a)	糖度 (Brix %)
標準	4095	15.5
50%代替	3798	15.5
100%代替	4144	15.5
窒素単用	3810	14.3

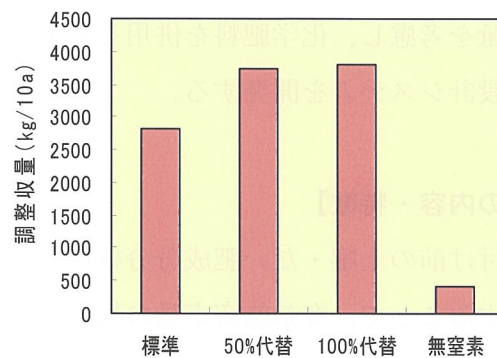


図3. キャベツ(2009年春作)の収量比較

【その他】

研究課題名

2. たい肥の利用拡大のための技術の開発普及事業

1) たい肥の肥効特性に基づく調製利用技術の開発

(2) たい肥の肥効および土壌の可給態養分量に基づく効果的な調整施用技術の実用化試験

研究期間：平成20～21年度

3. たい肥の肥効および土壌の有効態窒素量を考慮し、化学肥料を併用した調整施肥設計システムの開発

【要約】 家畜ふんたい肥を適正に使用し、作物の生産性を落とさずに環境保全型の施肥設計を短期間（約2週間）に行える調整施肥設計システムを開発した。

キーワード 露地畑、家畜ふんたい肥、有効態窒素量、施肥設計システム

【背景・ねらい】

「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」に基づき、たい肥等の有機質肥料と化学肥料の適正な使用による、適正な土づくりが求められてきた。さらに、「施肥基準の策定・見直しの指針」では、たい肥に含まれる肥料成分を勘案した施肥量の決定などを示すものとされている。そこで、家畜ふんたい肥を適正に利用拡大するために、たい肥の肥効および土壌の有効態窒素量を考慮し、化学肥料を併用した調整施肥設計システムを開発する。

【成果の内容・特徴】

1. 作付け前の土壌・たい肥成分分析値を入力することで、有効態窒素量の推定、施肥設計までが瞬時に可能となる調整施肥設計システムを開発し（図1）、利用マニュアル作成した。
2. 施肥基準の窒素の値から土壌の有効態窒素量を差し引き、残った窒素量をたい肥と化学肥料で配分する方法を採用した（図2）。
3. 調整施肥設計基準として、たい肥の窒素の代替可能率は牛で60%、豚・鶏で30%以下とした。たい肥の施用量上限値は、

施肥窒素窒素量から土壌の有効態窒素量を引いた施肥窒素量とたい肥の有効態窒素量を利用した窒素濃度計算値、もしくは、施肥基準に示された上限値のいずれか低い値が自動的に選択されるようになっている（図3）。

【成果の活用面・留意点】

1. システム（Windows XP / Excel 2003、2.7Mb）および操作手順書は、畜産環境技術研究所のホームページよりダウンロードできる（平成22年3月）。
2. 春から秋に栽培される作物を対象とし、施肥基準の追肥量、時期に従う。
3. 土壌中のリン酸とカリ量が土壌診断基準値を超えると施肥設計に適さない。
4. 作付け前の土壌の有効態窒素量が施肥基準値をほぼ満たす場合、スターター窒素として、一定量の窒素を化学肥料で補うのが望ましい。

【具体的データ等】

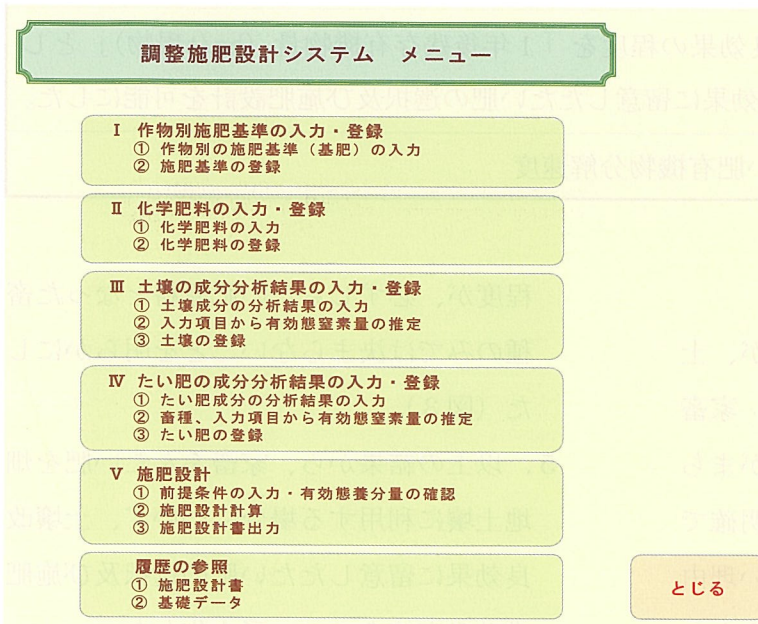


図1 システム メニュー

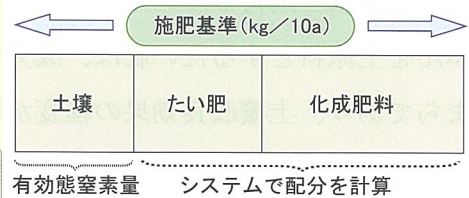


図2 土壌養分を考慮したたい肥と化成肥料による調整施肥設計のイメージ

V 施肥設計 ①前提条件の入力

施肥設計計算

① 作物 施肥基準 化学肥料指定

ナス 露地；くろべえ

施肥基準・基肥のみ (kg/10a)

窒素	22
リン酸	27
カリ	18

化学肥料指定 (成分含量%)

硫酸	21	0	0
過リン酸石灰	0	18	0
塩化カリ	0	0	60

④ 窒素の代替可能率 (%) 60

⑤ 堆肥の施用上限値 (t/10a) 乾物

最大施用量	2.00
-------	------

② 圃場名 指定

環境南B 黒ボク土

土壌中有効態成分 (mg/100g) 乾物

窒素	7.5
リン酸	50.4
カリ	32.3

③ たい肥名 指定

西郷鶏ふんA 採卵鶏

たい肥中有効態成分 (kg/t) 現物

窒素	2.4
リン酸	29.6
カリ	25.1

⑥ 窒素、リン酸およびカリの肥効率 (%)

窒素	12.9	推定値
リン酸	80	固定値
カリ	90	固定値

作土層 (cm) 15

メニューへ 土壌登録へ たい肥登録へ

【その他】

研究課題名

2. たい肥の利用拡大のための技術の開発普及事業

1) たい肥の肥効特性解明に基づく調整利用技術の開発

(3)たい肥の肥効評価と土壌成分分析

による調整施肥量の設計基準の作成

研究期間：平成19～21年度

成果発表等：

1. たい肥と土壌養分分析に基づく調整施肥設計の手引き－考え方・手順と実践事例－. (財) 畜産環境整備機構. 2009

4. 家畜ふんたい肥の土壤改良効果の程度を数値化できる

【要約】家畜ふんたい肥の土壤改良効果の程度を「1年後残存有機物量 (kg/t現物)」として数値化することにより、土壤改良効果に留意したたい肥の選択及び施肥設計を可能にした。

キーワード | 土壤改良効果、たい肥有機物分解速度

【背景・ねらい】

たい肥を施用する耕種農家の多くが、土壤改良効果を期待している。しかし、家畜ふんを主原料とするたい肥は、成分がまちまちであり、土壤改良効果の程度が明確でないため、積極的な利用がなされない理由の一つとなっている。そこで、家畜ふんたい肥の土壤改良効果を明らかにし、施用基準を作成することにより、たい肥の利活用を促進する。

【成果の内容・特徴】

1. 畑作ほ場におけるたい肥施用試験データの解析から、土壤中の有機物量の増加が土壤改良効果を示すことを明らかにした (図1)。
2. たい肥を土壤に入れて1年後に残存する有機物量「1年後残存有機物量 (kg/t現物)」を、たい肥の土壤改良効果の指標として提起した。
3. 1年後残存有機物量がたい肥の酸性デタージェント繊維濃度から高い精度で推定できることを明らかにし、たい肥の成分分析によりたい肥の土壤改良効果の程度を数値化できるようにした (図2)。
4. 家畜ふんたい肥の有機物が土壤中で残存する程度、すなわち、土壤改良効果の

程度が、必ずしもたい肥原料となった畜種のみでは決まらないことを明らかにした (図3)。

5. 以上の結果から、家畜ふんたい肥を畑地土壤に利用する場合について、土壤改良効果に留意したたい肥の選択及び施肥設計の方法をマニュアル化した。

【成果の活用面・留意点】

1. 家畜ふんたい肥を用いた土壤改良の方法及び土壤改良効果の実例を取りまとめ、パンフレット (図4) を作成したので参照されたい。
2. 「1年後残存有機物量」は、一定の条件のもとでの値であり、実際のほ場での有機物残存量は、天候や耕耘の頻度等により変化するので、そのまま残存量として読み替えることはできない。

【具体的なデータ等】

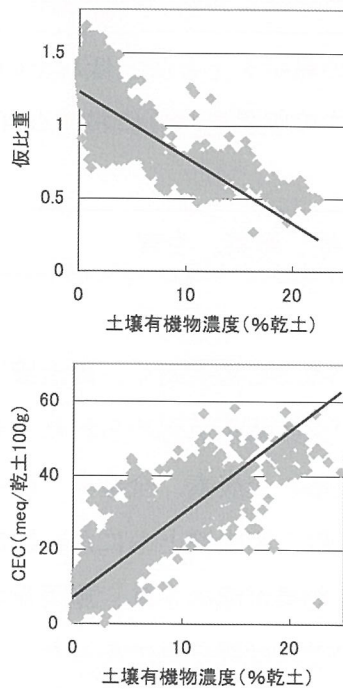


図1 土壌の有機物濃度と仮比重及び CEC の関係
(仮比重は土壌の軽さの程度、
CEC は穂肥力の程度を示す)

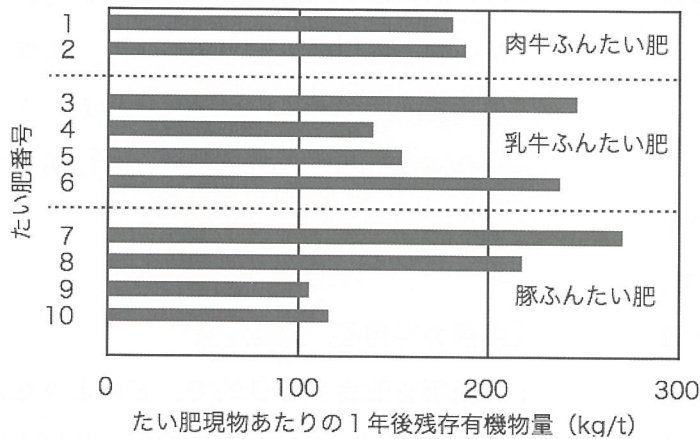


図3 家畜ふんたい肥を土壌に入れて1年後に残存する有機物量

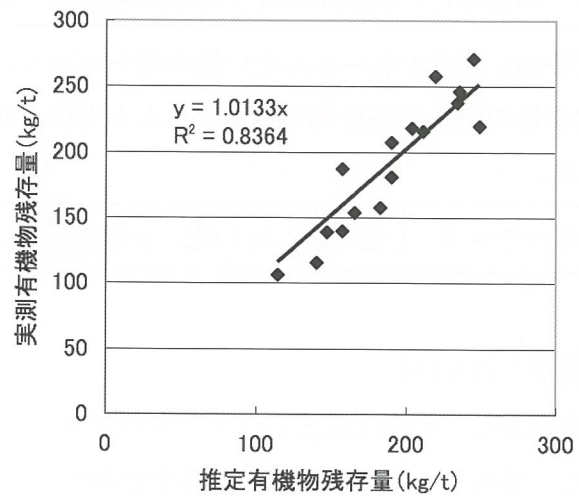


図2 家畜ふんたい肥の1年後残存有機物量の
推定値と実測値の相関

推定有機物残存量 =
0.4508 × たい肥の酸性デタージェント繊維濃度 + 121.03

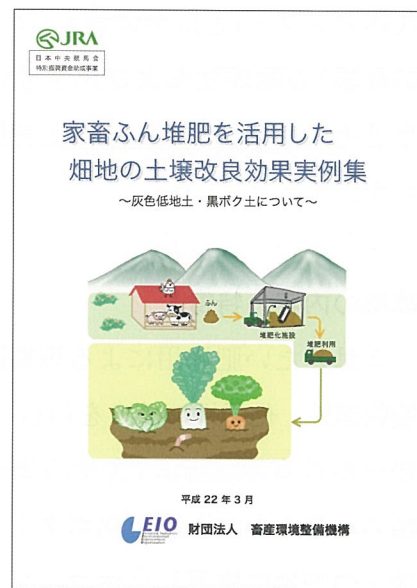


図4 家畜ふんたい肥を用いた土壌改良法を
記載したパンフレット

【その他】

研究課題名

2. たい肥の利用拡大のための技術の開発普及事業
- 2) たい肥の土壌・作物への施用効果の解明とたい肥施用基準の作成
 - (1) たい肥施用による土壌改良効果の解明とたい肥施用基準の作成・普及

研究期間：平成19～21年度

協力機関：(財)日本土壌協会、神奈川県農業技術センター農業環境研究部、栃木県農業試験場環境技術部、新潟県畜産研究センター、熊本県農業研究センター生産環境研究所

5. 多量のたい肥施用に伴う土壌の物理性・化学性の改良効果と作物の生育反応

【要約】多量の乳牛ふんたい肥の投入により、短期間での黒ボク土と灰色低地土の物理性・化学性の改良効果を明らかにするとともに、ホウレンソウの収量や品質における有効性を示した。

キーワード 乳牛ふんたい肥、土壌物理性、土壌化学性、野菜、生育

【背景・ねらい】

家畜ふんたい肥は成分のバラツキが大きく、成分と土壌改良効果の程度が明確でない。そこで、難分解性有機物含量の異なる2種類の乳牛ふんたい肥を短期間に多量に施用し、黒ボク土(神奈川県農業技術センター)と灰色低地土(栃木県農業試験場)の物理性および化学性の改良効果とそこで栽培する野菜の生育反応を明らかにする。

【成果の内容・特徴】

1. 多量のたい肥施用による短期間での土壌物理性、化学性の改良をねらいとして、難分解性有機物(ADF)含量の異なる2種類の乳牛ふんたい肥を黒ボク土と灰色低地土の畑地に施用し、ホウレンソウを栽培した。たい肥の現物施用量は0たい肥(ADF69%)で4.7t~9.3t/10a、Kたい肥(ADF51%)で5.7t~11.4t/10aである。
2. 灰色低地土では、ホウレンソウ栽培後の土壌の孔隙率と固相率はたい肥施用による改善効果が認められ、施用量が多いほどその効果は顕著であった(表1)。
3. 0、K両たい肥とも2tC/10a施用区の深さ10cmの平均地温は化学肥料区よりも

0.6~0.9℃程度高く、両土壌における地温の上昇効果が認められた(表2)。

4. 土壌の全炭素、全窒素、陽イオン交換容量は、両土壌ともにたい肥施用により改良効果が認められ、施用量が多いほどその効果は明らかであった。また、その効果は0たい肥の方が大きかった(表3)。
5. ホウレンソウの可販収量(可販重量)はたい肥施用区が多く、両土壌においてたい肥の施用効果が認められた。糖度と硝酸濃度に対する施用効果は黒ボク土では認められたが、灰色低地土では明かではなかった(表4)。

【成果の活用面、留意点】

1. 土壌を改良する目的で、どのようなたい肥を選び、どれくらい施用すればよいかという施用基準の作成に役立つ。
2. 土壌の種類により改良効果の発現に違いがみられることに留意する。土壌の物理性の改良にはたい肥の施用量が大量になるので、年次をまたいで計画的に施用するなどの工夫が必要である。

【具体的データ】

表1 たい肥施用が灰色低地土の物理性に及ぼす影響 (2008年)

試験区	硬度 (mm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	
		固相	液相	気相		
試験前	21	34.8	60.2	4.9	65.1	
跡地 Oたい肥	1tC/10a	6	23.7	43.7	32.6	76.3
	2tC/10a	6	23.4	44.7	31.9	76.6
跡地 Kたい肥	1tC/10a	6	24.2	44.6	31.1	75.7
	2tC/10a	6	23.2	45.3	31.5	76.8
跡地 化学肥料	6	25.0	44.5	30.5	75.0	

表2 たい肥施用が深さ10cmの地温に及ぼす影響 (2008、2009年)

試験区		灰色低地土(2008年)			黒ボク土(2009年)		
		平均値	最高	最低	平均値	最高	最低
Oたい肥	2tC/10a	13.7	26.7	3.7	19.5	30.3	10.0
Kたい肥	2tC/10a	13.8	26.6	3.5	19.6	30.7	10.0
化学肥料		13.1	25.6	3.3	18.7	27.9	10.0

注)2008年:2008年9/25~12/7
2009年:2009年9/11~11/19

表3 たい肥施用が黒ボク土と灰色低地土の化学性に及ぼす影響 (2008年)

試験区		黒ボク土			灰色低地土		
		全炭素 (%)	全窒素 (%)	CEC (me/100g)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	CEC (me/100g)
試験前		3.5	0.24	36	4.4	0.40	30
跡地 Oたい肥	1tC/10a	4.6	0.36	35	5.3	0.46	34
	2tC/10a	4.8	0.36	35	5.8	0.52	36
跡地 Kたい肥	1tC/10a	4.1	0.31	35	5.3	0.45	33
	2tC/10a	4.7	0.36	35	5.7	0.52	36
跡地 化学肥料		3.8	0.28	34	4.5	0.39	30

注)CEC:陽イオン交換容量

表4 たい肥施用がハウレンソウの収量と品質に及ぼす影響 (2008年)

試験区		黒ボク土				灰色低地土			
		可販収量 (kg/m ²)	糖度 (Brix%)	ビタミンC (g/kg)	硝酸 (g/kg)	可販全重 (kg/30株)	糖度 (Brix%)	ビタミンC (g/kg)	硝酸 (g/kg)
跡地 Oたい肥	1tC/10a	2.34	3.7	0.25	5.1	1.71	6.9	0.59	4.7
	2tC/10a	1.79	4.1	0.28	4.0	2.00	7.6	0.60	5.0
跡地 Kたい肥	1tC/10a	1.85	4.6	0.29	2.1	1.90	6.8	0.62	4.6
	2tC/10a	2.03	4.7	0.25	1.1	2.05	6.6	0.55	4.9
跡地 化学肥料		1.57	4.0	0.33	4.9	1.58	6.7	0.55	4.7

【その他】

研究課題名

の解明とたい肥施用基準の作成

2. たい肥の利用拡大のための技術の開

(2)たい肥施用による土壌改良面から

発普及事業

の作物栽培効果の実証

2) たい肥の土壌・作物への施用効果

研究期間:平成20~21年度

6. たい肥化過程で揮散するアンモニアを電気硝化で回収してたい肥に戻す

【要約】たい肥化過程に発生するアンモニアを電気化学的に硝化回収し、窒素濃度を高めた高品質たい肥を生産できる技術を開発し、実証した。

キーワード アンモニア回収、電気硝化、吸引式たい肥舎

【背景・ねらい】

牛ふんや豚ふんのたい肥は、たい肥化によってリンやカリに比べて窒素成分が失われ易いため、可給態窒素含量が少なく、肥料成分のバランスが悪い。したがって、これらを改善すれば、たい肥の利活用を促進できると考えられる。一方、たい肥化の際のアンモニアの揮散は、悪臭の原因となっている。そこで、吸引通気式たい肥舎によって回収したアンモニアの一部を電気化学的に硝化し、硝酸アンモニウムとしてたい肥に戻すことにより、高品質なたい肥を生産する技術を開発する。

【成果の内容・特徴】

1. 酪農家のたい肥舎を吸引式たい肥舎に改修し、アンモニア回収槽及び電気硝化装置を設置し、実証試験を行った(図1)。電気硝化装置の電極には、陽極にチタンに二酸化鉛を被膜した電極、陰極にチタン電極を使用した。
2. 電解液として、たい肥原料と吸引ブロワの間の配管で回収した排汁を使用した結果、アンモニアの電気硝化が見られ、硝安が生成された(図2)。
3. 電気硝化の条件を検討した結果、電流10A、電圧0.3V、電気硝化槽内のpHが8.7~8.5及び硝安濃度5%のとき、消費電力

あたりの硝安生成量が最も高くなり、硝安1kgあたり1,098円であった。

4. 生成した硝安液を牛ふんたい肥に即効性窒素成分：全リン酸：全カリ=2.8：1.0：2.8となるように混合し、肥料バランスの良い高品質たい肥を調製した。このたい肥は、窒素成分は安定しており、保管が容易であった(図3)。
5. 調製した高品質でデントコーンを栽培した結果、同等のたい肥と化学肥料(硫安)で栽培したときと変わらない収量と品質が得られた(表1)。

【成果の活用面・留意点】

1. たい肥化過程に発生するアンモニアを薬剤を使用せずに回収して活用できる技術である。
2. 現状では、電気硝化の効率が5.3%と低いため、消費電力を低減するための電極材質の検討が必要である。

【具体的なデータ等】

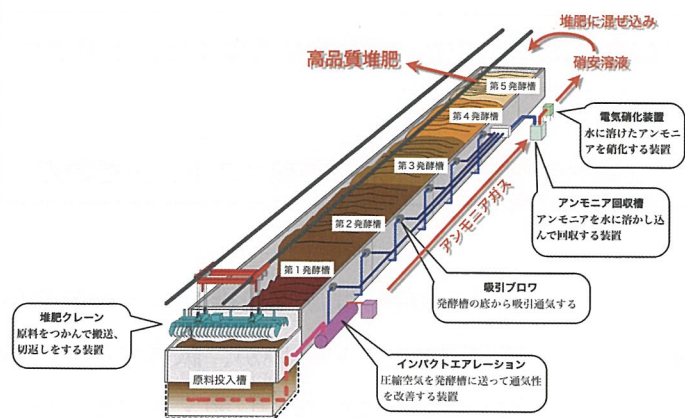


図1 実証試験施設の概要

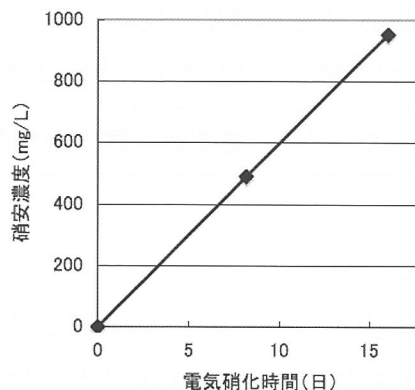


図2 電気硝化による硝安生産の例 (電流 60A のとき)

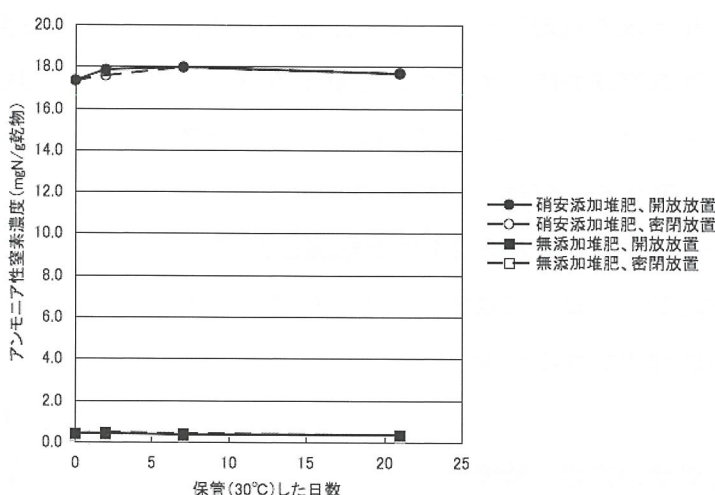
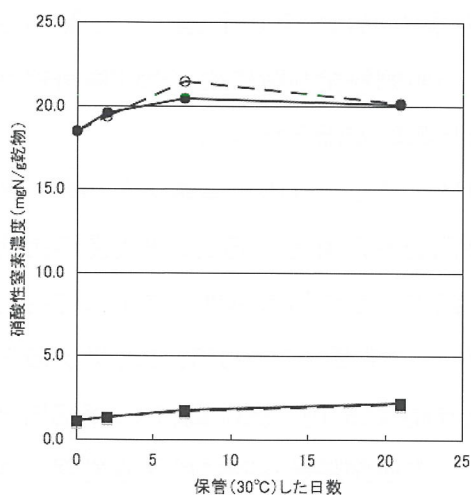


図3 高品質たい肥を 30°Cで密閉容器もしくは開放容器にて保管したときの窒素成分の推移

表1 高品質たい肥もしくはたい肥と化学肥料で栽培したデントコーンの収量と成分

	乾物収量 (kg/a)		一般栄養成分(乾物中%)					
			CP		NFE		CF	
	種実	茎葉	種実	茎葉	種実	茎葉	種実	茎葉
高品質堆肥区	79	123	8.3	4.9	77.1	50.7	7.8	33.7
対照区(堆肥+硫安)	88	123	7.9	5.5	78.5	51.6	7.7	32.4

【その他】

研究課題名

2. たい肥の利用拡大のための技術の開発普及事業

3) たい肥化技術の改善による高品質

たい肥生産技術の開発

研究期間：平成19～21年度

協力機関：神戸大学、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所、独立行政法人 家畜改良センター

7. アミノ酸調整飼料給与による汚水処理コスト低減の実態解明

【要約】市販飼料給与農場に比べ、アミノ酸含量調整（低CP）飼料給与農場では汚水処理コストが低減される実態が示唆された。

キーワード 肥育豚、尿中窒素量、アミノ酸含量調整飼料、汚水処理コスト、実態調査

【背景・ねらい】

家畜排せつ物については、家畜排せつ物の法の施行に伴い適正に処理されているものの環境対策の負担軽減のための技術開発等が求められている。

尿汚水の処理については、ふん尿中に含まれる窒素を除去するために要するコストがとくに大きい。そこで、低タンパクでアミノ酸含量を調整した飼料（低CP飼料）を給与している農場を対象に実態調査を行い、窒素排せつ量の低減実態および処理コストの低減実態を把握する。

【成果の内容・特徴】

市販飼料給与の3農場（A、B、C）および低CP飼料給与の1農場（D）について、汚水処理コストに関する実態調査を行った。なお、D農場は、通常時、市販飼料給与飼養であるが、実験のため、一時的に低CP飼料を給与している農場である。

- 1) A農場の汚水処理コストは2～3万円/月、B農場は13万円/月、C農場13万円/月、D農場8万円/月で、いずれも大半が電力費であった。
- 2) B農場について、母豚1頭当たりの処理コストを求めると13,000円/頭・年、C農場では12,400円/頭・年と算出された。

また、A農場は母豚の排せつふん尿を処理対象としていないが、試算すると、母豚1頭当たり9,700円/頭・年であった。一方、D農場で市販飼料給与時の母豚1頭当たりの処理コストは10,900円/年、低CP飼料給与時は8,700円/頭・年と算出され、市販飼料給与時に比べ低CP飼料給与時は比較的安価となった。

- 3) 母豚1頭当たりの出産頭数を10頭、肥育期間を6か月とすると、B農場の出荷豚1頭当たりの汚水処理コストは650円、同様に、C農場では620円、D農場市販飼料給与時は550円、低CP飼料では440円となり、市販飼料給与時には汚水処理コスト（電力費）が高く算出される傾向がみられた。なお、A農場では、肥育豚の一部しか処理対象としていないが、他農場と同様な方法で1頭当たりの処理コストを求めると、出荷豚1頭当たり400円と算出された。
- 4) 汚水処理施設の有機物除去に関しては、いずれの農場も良好な処理機能が得られていた。

【具体的データ等】

表1 調査農場の概要

農場名	A農場	B農場	C農場	D農場
所在地	福島県	福島県	栃木県	宮城県
飼養頭数(頭)	母豚60頭 (汚水処理対象:肥育豚260頭)	母豚120頭	母豚150頭	母豚110頭
経営形態	一貫経営	一貫経営	一貫経営	一貫経営
給与飼料	市販飼料	市販飼料	市販飼料	市販・低CP飼料
清掃方法	ボロ出し分離	ボロ出し分離	高圧水洗浄	入れ替え時高圧水洗浄
スクレーパー稼働	なし	5~6回/日	10回/日	4回/日
処理施設の構造	回分式活性汚泥法	連続式活性汚泥法	連続式活性汚泥法	連続式活性汚泥法
窒素除去	窒素除去対応	対応なし	対応なし	対応なし
施設の処理能力	10m ³ /日	18m ³ /日	15m ³ /日	22m ³ /日

表2 調査農場における汚水処理経費の概要

農場名	A農場	B農場	C農場	D農場
飼養頭数(頭)	母豚60頭 (汚水処理対象:肥育豚260頭)	母豚120頭	母豚150頭	母豚110頭
処理施設の構造	回分式活性汚泥法	連続式活性汚泥法	連続式活性汚泥法	連続式活性汚泥法
窒素除去	窒素除去対応	対応なし	対応なし	対応なし
施設の処理能力	10m ³ /日	18m ³ /日	15m ³ /日	22m ³ /日
管理委託・分析	28万円/年	なし	2.5万円/月	なし
給与飼料	市販飼料	市販飼料	市販飼料	市販飼料 調整飼料
施設の管理コスト	2~3万円/月	13万円/月	13万円/月	10万円/月 8万円/月
母豚当たり 円/年	9,700	13,000	12,400	10,900 8,730
出荷豚当たり 円	480	650	620	550 440

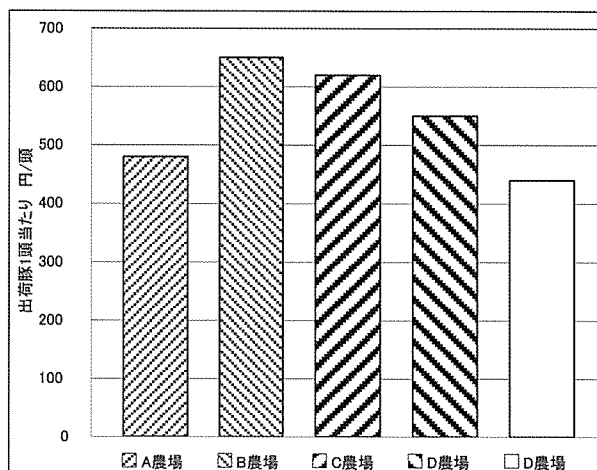


図1 養豚経営と汚水処理のコスト比較

【成果の活用面・留意点】

アミノ酸含量調整した低CP飼料給与農場の調査例数が少ない。さらに調査例を重ねることが必要である。

【その他】

研究課題名

3. 環境負荷低減技術の実証普及事業

2) アミノ酸含量調整飼料給与による

肥育豚の環境負荷低減及び尿汚水処理コスト低減の実証

(1)アミノ酸調整飼料給与による環境負荷低減及び尿汚水処理コスト低減の実態調査(汚水処理コスト低減の実態調査)

研究期間：平成19~21年度

8. 開放型および密閉型肥育豚舎の臭気発生実態を調査した

【要約】 開放型の肥育豚舎の臭気指数は15～31の幅があった。密閉型豚舎は冬季に臭気指数やアンモニア濃度が高まった。

キーワード 豚、低タンパク質飼料、臭気

【背景・ねらい】

肥育豚に低タンパク質アミノ酸含量調整飼料を給与することにより、排せつ物に由来する臭気原因物質である窒素成分等が減少し、アンモニア発生量が密閉型の環境制御施設の豚房レベルで低減する。しかしながら、開放型豚舎での臭気発生は気象等の影響を受け易いこと、また飼料のCP%の低下幅が少ないことで給与飼料の効果は小さくなる。そこで、当該飼料の給与による臭気低減効果が現れやすい豚舎条件等の基礎データを得るため実際の養豚場で臭気調査を行う。

【成果の内容・特徴】

1. 肥育豚にアミノ酸含量調整飼料および市販飼料を給与している合計20農場の開放型豚舎および合計3農場の密閉型豚舎の臭気を調査した。調査時期は開放型豚舎では夏季から冬季、密閉型豚舎では冬季と夏季に行った。調査項目は、臭気指数相当値（畜環研式ニオイセンサ）、アンモニア、温・湿度、風速等の他に、飼養管理法、畜舎構造、給与飼料のCP水準等とした。
2. 給与飼料のCP水準は、肥育前期で14.0～16.0%、肥育後期で12.0～14.0%であつ

た（表1、表2）。低CP飼料の給与割合は肥育前期で40%、後期で50%であった。

3. 開放型の肥育豚舎の臭気指数は15～31の幅があった（表1、表2）。密閉型豚舎は冬季に換気量が少なくなるため、臭気指数やアンモニア濃度が夏季に比べ高くなった。（表3）。開放型豚舎では季節による差は農場により異なった。

【成果の活用面・留意点】

1. 低CP飼料給与は特に、アンモニアと硫黄化合物に発生量低減への効果が予想されるため、換気量の少なくなる冬季の密閉型豚舎を対象にするのが相応しいと考えられる。

【具体的データ等】

表1 開放型豚舎(肥育前期)の臭気実態調査結果概要

(肥育前期) 農場	臭気指数	給与飼料CP %	温度 ℃	湿度 %	風速 m/s
1	25	15.1	35.0	54.0	0.67
2	29	14.0	23.0	75.0	0.11
3	31	14.0	25.0	79.0	0.10
4	18	16.0	21.0	71.0	0.40
5	24	15.8	20.0	64.0	0.41

表2 開放型豚舎(肥育後期)の臭気実態調査結果概要

(肥育後期) 農場	臭気指数	給与飼料CP	温度 ℃	湿度 %	風速 m/s
1	20	14.0	35.0	52.0	0.55
2	27	12.0	24.0	80.0	0.16
3	30	12.0	26.0	80.0	0.17
4	18	13.0	22.0	76.0	0.15
5	20	13.3	26.9	88.0	0
6	18	12.3	30.2	70.5	3.1~5.6
7	15	13.0	32.7	63.5	0.2~8.9
8	20	12.2	30.5	66.5	4.3~6.3

表3 密閉型豚舎(冬季と夏季)での臭気実態調査結果概要

(肥育後期) 豚舎	臭気指数	温度 ℃	湿度 %	風速 m/s	アンモニア ppm	二酸化炭素 ppm
冬季	29	17.2	67.2	3.2	8	2,000
夏季	23	29.5	59.6	4.4	2	800

注)臭気測定箇所は換気扇の排気口

【その他】

研究課題名

3. 環境負荷低減技術の実証普及事業
- 2) アミノ酸含量調整飼料給与による環境負荷低減および尿污水处理コスト低減の実証

(1)アミノ酸調整飼料給与による環境負荷低減及び尿污水处理コスト低減の実態調査

研究期間：平成19～21年度

9. 肥育豚に低タンパク質飼料を給与し汚水処理コストを減らす

【要約】肥育豚に低タンパク質飼料を給与すると尿窒素排せつ量が約3割減り、一貫経営農場の全体の汚水処理コストは約2割減少した。

キーワード	肥育豚、低タンパク質飼料、ビートパルプ、汚水処理コスト 尿窒素排せつ量
-------	--

【背景・ねらい】

肥育豚への尿窒素排せつ量低減型飼料の給与により、豚舎汚水濃度を低減させること、および標準的な活性汚泥法による汚水処理ではランニングコスト（薬剤費、電力費）の低減が期待できることが分かってきた。そこで、繊維質原料（ビートパルプ）を配合した低CP飼料を肥育豚へ給与することで汚水処理コスト低減を農家規模で実証するとともに、肥育豚舎内の臭気を調査する。

【成果の内容・特徴】

1. 市販飼料（肥育前期：CP15.9%、肥育後期：CP13.0%）を給与中の肥育豚（約600頭）に低CPビートパルプ飼料（肥育前期：CP14.2%、肥育後期：CP10.9%）を約3ヶ月間給与した。試験飼料にビートパルプを5%配合した。一貫経営農場全体から排出される汚水を窒素除去型の汚水処理装置で処理した。
2. 肥育前期・後期豚舎全体の1日当たりの尿窒素排出量は市販飼料で各々、5.2kg、6.5kgおよび低CPビートパルプ飼料で4.6kg、3.9kgと消化試験から推定された（表1）。

3. 農場全体から排出される汚水を窒素除去能型の汚水処理装置で処理したところ、汚水処理コストは市販飼料給与で出荷豚1頭当たり310円となり、低CPビートパルプ飼料給与で285円に低減した（表2）。
4. 出荷日齢は平均166日齢と市販飼料給与時よりも速くなった。枝肉成績には飼料差がなかった。（表3）。
5. 低タンパク質飼料を給与中の開放型の肥育豚舎内部のアンモニア、臭気指数は肥育前期豚舎で平均8ppm、20および肥育後期豚舎で平均2ppm、23であった。

【成果の活用面・留意点】

1. 低CPビートパルプ飼料は通常給与している市販飼料の配合割合を基に設計しているため、当該技術の導入に当たっては同様な考え方が望ましい。

【具体的データ等】

表 1 肥育前期・後期豚舎全体の1日当たりの窒素排出量(kg/日)

給与飼料	窒素流入量	窒素流出量 ¹⁾	ふん窒素流出量	尿窒素流出量
(肥育前期豚舎)				
市販飼料	15.7	10.2	5.0	5.2
低CPビートパルプ飼料	14.1	9.8	5.1	4.6
	(90) ²⁾	(96)	(102)	(88)
(肥育後期豚舎)				
市販飼料	16.7	10.0	3.5	6.5
低CPビートパルプ飼料	14.0	7.3	3.4	3.9
	(84)	(73)	(97)	(60)

注1) ふん窒素排出量と尿窒素排出量の合計値

注2) () は市販飼料に対する相対値

表 2 原水の負荷量と汚水処理コスト

給与飼料	投入汚水量	BOD負荷	T-N負荷	肥育豚換算	消費電力	汚水処理コスト
	m ³ /日	kg/m ³ ・日	kg/kg・日	頭	kWh/日	円/出荷豚 頭
市販飼料	0.27	0.29	0.03	3.40	0.39	310
低CPビートパルプ飼料	0.25	0.19	0.02	3.30	0.35	285

表 3 豚の発育および枝肉成績

給与飼料	出荷日齢	枝肉重量	上物率
	(日)	(kg)	(%)
市販飼料*	184	77.5	57.2
低CPビートパルプ飼料**	180	76.7	55.1
低CPビートパルプ飼料***	166	76.2	59.9

*159頭の平均値（平成19年11月11日～12月3日出荷分）

**185頭の平均値（平成20年11月10日～12月8日出荷分）

肥育前期は市販飼料、肥育後期のみ低CPビートパルプ飼料を給与

**202頭の平均値（平成21年11月6日～12月25日出荷分）

肥育前期、後期ともに低CPビートパルプ飼料を給与

品種：LWD、止め雄にデュロックの純粋種「しもふりレッド」を使用

【その他】

研究課題名

3. 環境負荷低減技術の実証普及事業

負荷低減及び尿汚水処理コスト低

2) アミノ酸含量調整飼料給与による

減の実証

肥育豚の環境負荷低減及び尿汚水処

研究期間：平成20～21年度

理コスト低減の実証

成果発表等：山本朱美ら（2008）：日本畜

(2)アミノ酸調整飼料給与による環境

産学会第111回大会講演要旨.p112.2009.

10. 畜産環境技術情報の提供

【要約】 畜産環境対策に関わる新技術・新製品の技術内容を評価し、有効かつ普及が望まれる技術等の情報をホームページに公開し、広く情報提供した。

キーワード

畜産環境、新製品、新技術、技術情報、情報提供、データベース構築、環境対策技術

【背景・ねらい】

家畜排せつ物については、家畜排せつ物の法の施行に伴いほぼ適正に処理されているものの、これら環境対策の負担軽減のための技術開発等が求められている。

そこで、畜産環境対策技術に関する新技術、新製品等の有効性を検証・評価し、有効とされた技術について、広く情報提供して農家の施設選定の一助とするとともに、有効技術の普及を図る。

【成果の内容・特徴】

1. 委員会（平成19年7月、20年1月、7月、21年3月および11月）において、応募技術の評価等を行った。あわせて委員会による現地調査を行った。
2. 「畜産環境対策に関わる新技術・新製品情報の募集について」をホームページ上に掲載し、新技術および新製品情報の事前調査（募集）を行った。
3. 既刊「家畜ふん尿処理施設機械選定ガイドブック」収載の78事例を「畜産環境対策に関わる新技術・新製品情報」としてホームページ上に公開し、自由にアクセスできるよう設定した。
4. 事前調査に応募のあった21事例を評価し、18事例を採択した。18事例の内訳は、

①炭化施設1、②汚水浄化施設6、③メタン発酵施設1、④固液分離機3、⑤堆肥化施設4、⑥脱臭施設3事例である。

5. 技術評価に応募のあった13事例について、技術内容の新規性、有効性について検討・評価し、11事例をホームページに公開した。11事例の内訳は、①汚水浄化処理施設4、②メタン発酵施設1、③固液分離機2、④堆肥化施設3、⑤脱臭施設1事例である。

【成果の活用面・留意点】

具体的事例については、畜産環境技術研究所ホームページを参照して下さい（<http://www.chikusan-kankyo.jp/>）。

【具体的データ等】

図1 ホームページアクセス画面

【その他】

研究課題名

4. 畜産環境技術情報の提供

1) 新技術・新製品情報の検証および

普及

11. 畜産環境技術情報を効率よく検索し、容易に閲覧できる

【要約】 畜産環境に関する文献のデータベースを作成し、他の情報源を含めた検索システムを構築することにより、インターネット上で効率よく情報を収集できるようにした。

キーワード 畜産環境技術情報、データベース、インターネット

【背景・ねらい】

家畜排せつ物の活用や処理等、各種環境対策の負担軽減のための技術開発が進められている中、最新の情報の共有が求められていることから、畜産環境対策技術に関する文献情報を収集し、要約を作成してデータベース化し、インターネットを通じて提供する。

【成果の内容・特徴】

1. 近年の畜産環境に関する文献988件データベース化し、709件について要約を作成した。
2. この文献データベースに加え、これまでの蓄積がある畜産草地研究所の「畜産環境文献データベース」及び畜産環境技術研究所のホームページ上で公開している各種情報サービスサイトと合わせて、一括して検索し、シームレスに内容を閲覧できるシステムを構築した（図1、2）。

【成果の活用面・留意点】

1. 本システムは「畜産環境技術情報データベース」としてインターネットを通じて誰でも利用できることから、畜産環境に関する文献、新製品、新技術、事例、基礎知識といった情報を効率的に検索でき、容易に内容を閲覧できる。

【具体的なデータ等】

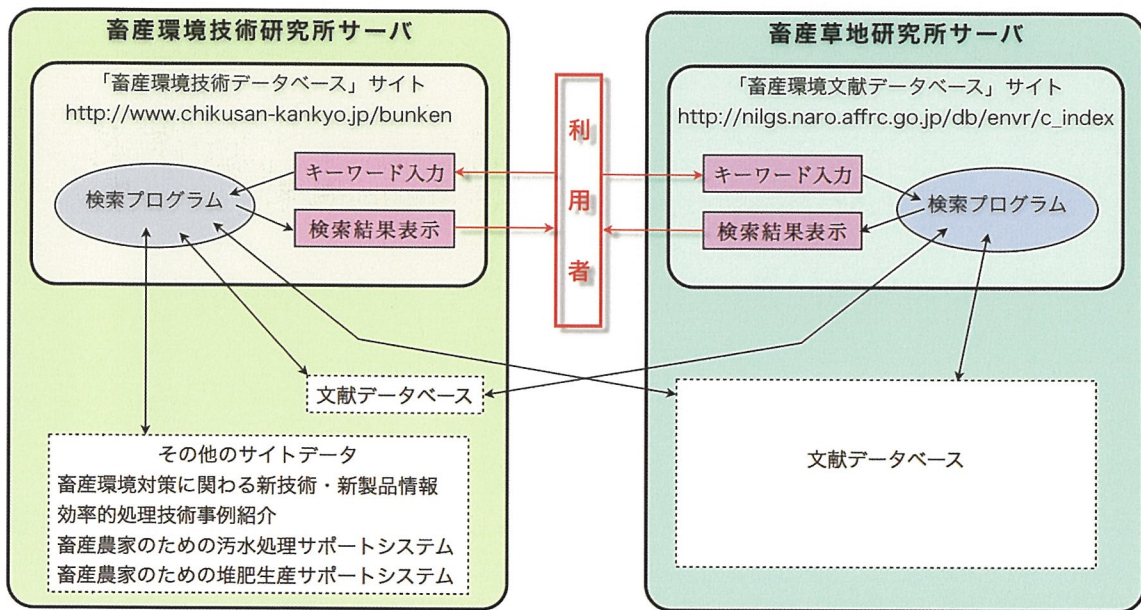


図1 「畜産環境データベース」のシステムの概要

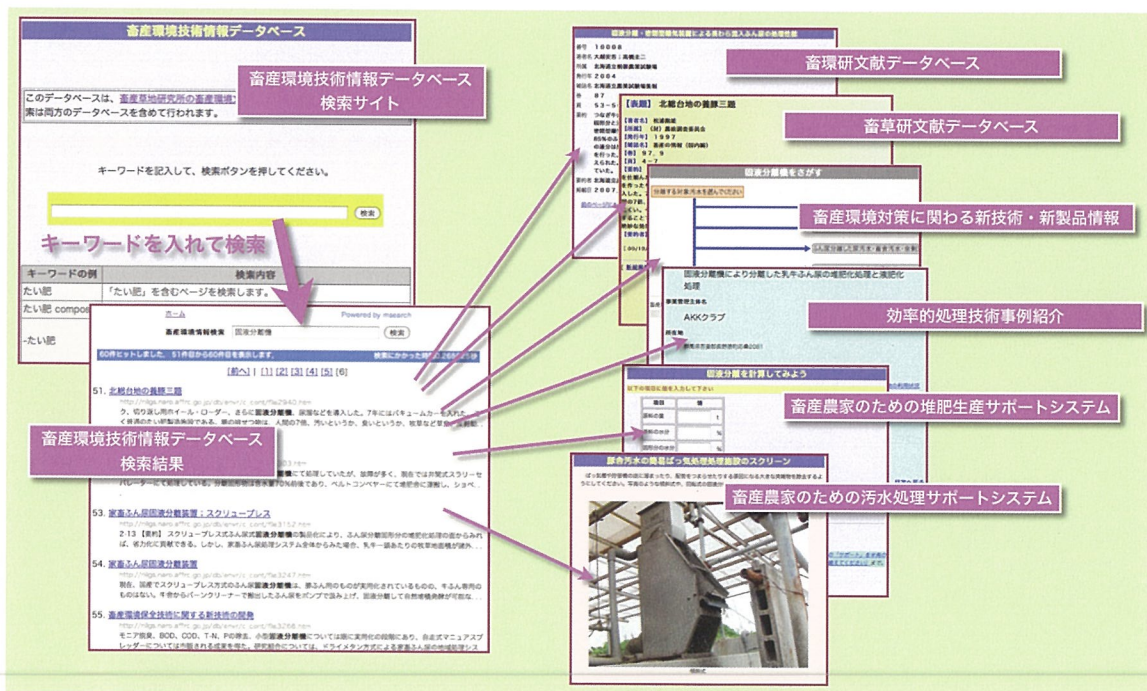


図2 「畜産環境データベース」の使用イメージ

【その他】

研究課題名

- 4. 畜産環境情報の提供事業
- 2) 畜産環境技術に関する文献情報の収集とデータベース化

研究期間：平成19～21年度

共同研究機関：（独）農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
 発表論文等：

- 1. 長峰孝文(2007). 畜産農家のためのたい肥生産・汚水処理サポートシステム. 畜産技術. 630: 11-14.

VI. 事業成果刊行物一覧

1. マニュアル類

- 1) たい肥と土壌養分分析に基づく調整施肥設計の手引き

－考え方・手順と実践事例－ (財) 畜産環境整備機構 平成 22 年 3 月

2. ホームページ等

- 1) 畜産環境技術情報データベース

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

畜産環境技術研究所ホームページ、 2008. 6

- 2) 「たい肥と土壌養分分析に基づく調整施肥設計システム」

畜産環境技術研究所ホームページで公開（ダウンロード版） 2010. 3

3. パンフレット類

- 1) 家畜ふん堆肥を活用した畑地の土壌改良効果実例集

～灰色低地土・黒ボク土について～ (財) 畜産環境整備機構 2010. 3

- 2) 新技術・新製品情報

(財) 畜産環境整備機構 2010. 3