



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業

研究成果情報集

(平成22～24年度)

(高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業報告書より抜粋)

平成 25 年 3 月



財団法人 畜産環境整備機構

はじめに

農林水産省では、平成 19 年 3 月に「家畜排せつ物利用の促進を図るための基本方針」を策定し、同方針において、たい肥利用等を推進することを喫緊の課題と位置付けています。一方、リン酸及びカリ等の肥料及び肥料原料の輸入価格は上昇傾向で推移しており、肥料原料を海外に依存している我が国農業生産への影響が懸念されています。

こうした中、肥料要素を多く含む家畜ふん堆肥について、農業生産資材としての利用拡大を図ることは、資源循環型農業への推進にも大きく寄与するものであります。従来、たい肥は主に窒素肥料の代替と位置付けられ、リン酸、カリの供給資材としての化学肥料の代替効果については十分検討されていませんでした。

このため、たい肥のリン酸及びカリの肥効について簡易評価法を開発し、肥効を考慮した適正な施用方法と効果の検証を行う必要があります。さらに、たい肥中のリン酸、カリの効率的な濃度調製技術を開発し、化学肥料の代替機能を高める方向も期待されています。

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 22 年度から 24 年度にわたって、日本中央競馬会畜産振興事業として財団法人全国競馬・畜産振興会から助成を受け、「高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業」に取り組んできました。

本事業は 3 本の主要な柱で構成され、「事業推進等委員会開催事業」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。「たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発・普及事業」では、たい肥中のリン酸およびカリの肥効の簡易評価法を開発し、それに基づいた作物栽培の実証試験を行ったうえで、たい肥のリン酸・カリの肥効を考慮した施肥設計を行うマニュアルの作成を行いました。「高肥料成分たい肥の調製及び成分安定貯蔵技術の開発・普及事業」では、たい肥由来のリン酸及びカリ資材を活用したたい肥のリン酸及びカリの濃度調製技術及び成分の安定貯蔵指針を示すマニュアルを作成しました。

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にご指導を頂いた推進委員ならびに関係各位の皆様には厚く御礼を申し上げます。

平成 25 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. 化学分析によるたい肥のリン酸、カリ肥効率の簡易推定・・・・・・・・・・11
2. たい肥のリン酸、カリの推定肥効率を用いた施肥設計の有効性実証・・・・・・・・13
3. たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムを利用すると
適切にたい肥を利用拡大できる・・・・・・・・・・15
4. 高肥料成分ペレットたい肥の調製法と安定貯蔵法・・・・・・・・・・17

V. 研究発表等

VI. 成果刊行物一覧

IV. 主な研究成果

1. 化学分析によるたい肥のリン酸、カリ肥効率の簡易推定

【要約】乳牛たい肥、肉牛たい肥、豚ふんたい肥および採卵鶏たい肥のリン酸、カリの肥効率は簡易分析（リン酸く溶率およびカリく溶率の測定）から推定でき、肥効率を目的変数、く溶率を説明変数とする単回帰式で表せることを明らかにした。

キーワード たい肥、リン酸肥効率、カリ肥効率、く溶率

【背景・ねらい】

リン酸およびカリを中心とする肥料価格の高騰を背景に、肥料高騰に対応した施肥改善対策の中で、たい肥の一層の利活用と土壌診断に基づく適正な施肥が求められている。そこで、たい肥中のリン酸およびカリの肥効率について化学分析値等から推定する簡易評価法を開発し、その肥効率に基づいた施肥設計につなげることがねらいである。

【成果の内容・特徴】

1. 幼植物栽培試験装置を用いたコマツナ栽培により乳牛たい肥（試料数 30）、肉牛たい肥（試料数 30）、豚ふんたい肥（試料数 30）、採卵鶏たい肥（試料数 36）のリン酸およびカリの肥効率を測定した。一方、5種類の抽出液により抽出されるたい肥中のリン酸・カリ量を測定した。両者を用いた回帰分析を行った。
2. リン酸く溶率およびカリく溶率がリン酸・カリ肥効率の推定に適することを明らかにし、次の単回帰式を作成した。リン酸肥効率(%) = $0.8988 \times (\text{リン酸く溶率}\%) + 8.9439$ 、カリ肥効率(%)

= $0.8014 \times (\text{カリく溶率}\%) + 17.565$ 。

リン酸く溶率およびカリく溶率とは、く溶性のリン酸とカリ（2%クエン酸で抽出されるリン酸とカリ）が全リン酸と全カリに占める割合である。

3. 新たなたい肥サンプル 16 点（乳牛たい肥、肉牛たい肥、採卵鶏ふんたい肥、豚ふんたい肥各 4 点）を用いて栽培試験と抽出試験（リン酸く溶率およびカリく溶率の測定）を行い、推定式の妥当なことを実証した。この単回帰式は乳牛たい肥、肉牛たい肥、豚ふんたい肥、採卵鶏たい肥に共通して適用できるため、汎用性が大きい。
4. 以上の結果は「たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計—考え方とシステムの操作手順—」に盛り込んだ。

【成果の活用面、留意点】

1. 本成果は個々のたい肥のリン酸とカリの肥効率を推定するのに役立つ。
2. リン酸とカリの肥効率を推定するためには、2%クエン酸で抽出されるリン酸とカリの分析値、全リン酸と全カリの分析値が不可欠である。

【具体的データ】

表1 コマツナによるリン酸・カリの肥効率と各液抽出率との単相関係数（r）

成分	抽出液の種類				
	2%クエン酸	0.001M硫酸	1M塩酸	0.5M重炭酸Na	純水
リン酸	0.944	0.062	0.907	0.124	0.257
カリ	0.898	0.853	0.740	0.875	0.817

注) 4畜種の堆肥を統合した結果

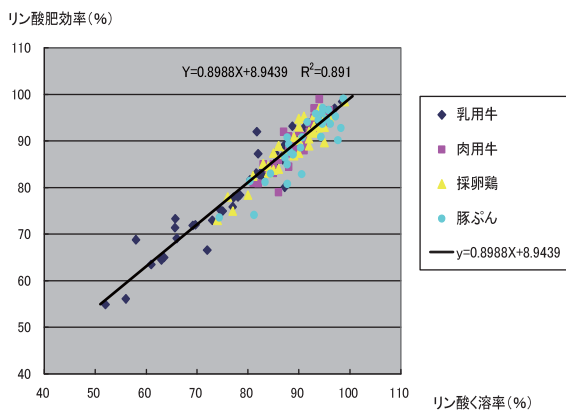


図1. コマツナ栽培によるリン酸肥効率とたい肥のリン酸く溶率との関係

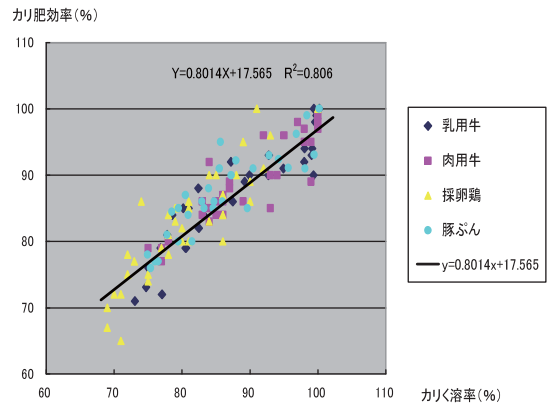


図2. コマツナ栽培によるカリ肥効率とたい肥のカリく溶率との関係

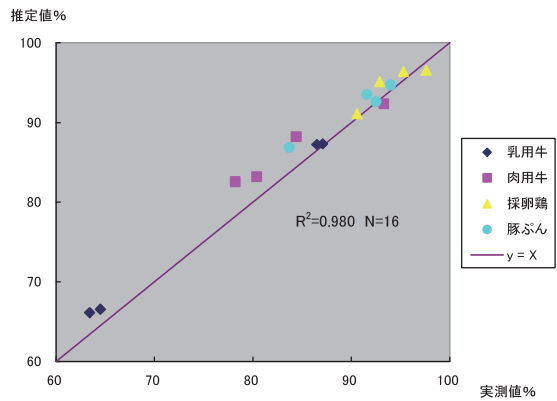


図3. リン酸肥効率推定の検証

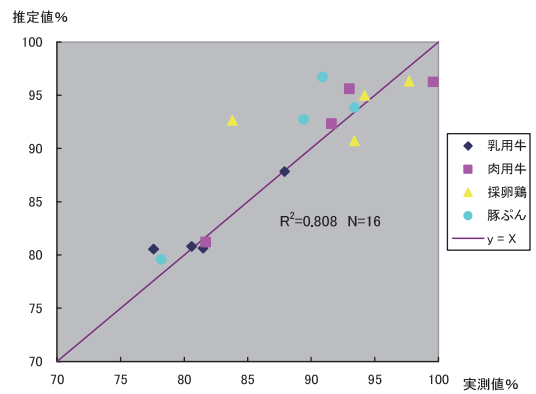


図4. カリ肥効率推定の検証

【その他】

研究課題名：

2. たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発・普及事業

(1) たい肥のリン酸・カリの肥効率の簡易評価法の開発

研究期間：平成22～24年度

2. たい肥のリン酸、カリの推定肥効率を用いた施肥設計の有効性実証

【要約】化学分析で求めたい肥のリン酸、カリの推定肥効率を用いた施肥設計で、メロン、キャベツ、トマト、コムギを栽培した結果、収量、品質、養分吸収量、土壌への蓄積量は化学肥料施肥区と同等で、施肥設計の有効なことを実証した。

キーワード たい肥、リン酸肥効率、カリ肥効率、施肥設計、野菜

【背景・ねらい】

リン酸およびカリを中心とする肥料価格の高騰を背景に、たい肥の一層の利活用と土壌診断に基づく適正施肥が求められている。そこで、たい肥中のリン酸およびカリの肥効率について化学分析で求めた推定肥効率に基づいた施肥設計が野菜等の栽培において有効かを試験した。ハウスメロンと露地キャベツ（いずれも肉牛たい肥供試）は熊本県農業研究センターで、ハウストマト（乳牛たい肥供試）と露地コムギ（乳牛たい肥と鶏ふんたい肥供試）は埼玉県農林総合研究センターで栽培試験を行った。

【成果の内容・特徴】

1. たい肥のリン酸・カリ肥効率の推定にはリン酸く溶率およびカリく溶率を用いた。肉牛たい肥の推定肥効率はリン酸 80～90%、カリ 90～100%、乳牛たい肥はリン酸 71%、カリ 95%、鶏ふんたい肥はリン酸 63%、カリ 92%であった。
2. リン酸、カリの推定肥効率に基づいてそれぞれの施肥基準量を満たす施用区を設けて栽培した結果、ハウスメロンの果実収量と糖度、キャベツの結球重は化学肥料標準区と同等以上であっ

た（図1、図2）。

3. リン酸、カリの推定肥効率に基づいてそれぞれの施肥基準量を満たす施用区を設けて栽培した結果、ハウストマトの株当たり総重量と上物率は標準区と同等以上で、露地コムギの子実収量は標準区とほぼ同等であった（図3、図4）。
4. 2011年秋作キャベツの養分吸収量は標準区と同等で、跡地土壌へのリン酸、カリの蓄積量も大きくなかった（表1）。他の作物も同様な結果であった。
5. 以上の結果は施肥設計マニュアルに反映された。

【成果の活用面、留意点】

1. 本成果はたい肥のリン酸、カリの肥効率を化学分析から事前に推定し、その値をもとに施肥設計して作物栽培する場合に活用できる。
2. リン酸とカリの肥効率は良好な生育環境下のポット栽培（土壌下層への流出がない）により得られた値なので、ほ場試験で求めた値より高くなる傾向にある。ほ場試験によってはリン酸とカリの肥効率（とくにカリ）を過大評価することがある。

【具体的データ】

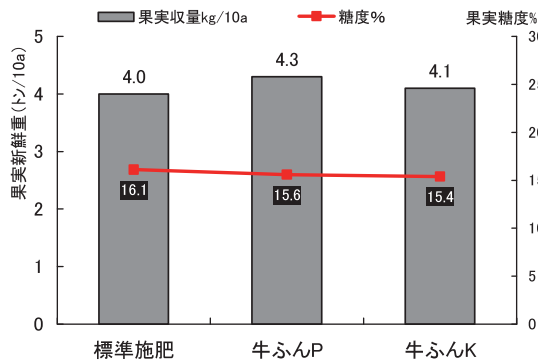


図1 メロンの収量・品質の結果 (2011年春作)

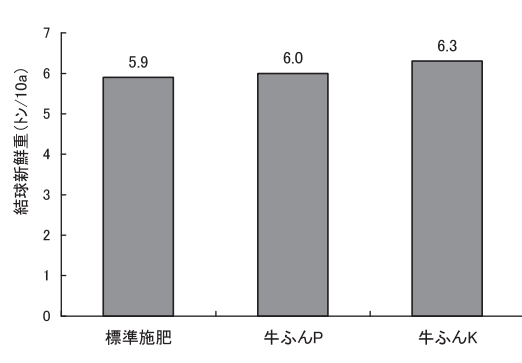


図2 キャベツの収量・品質の結果 (2011年秋作)

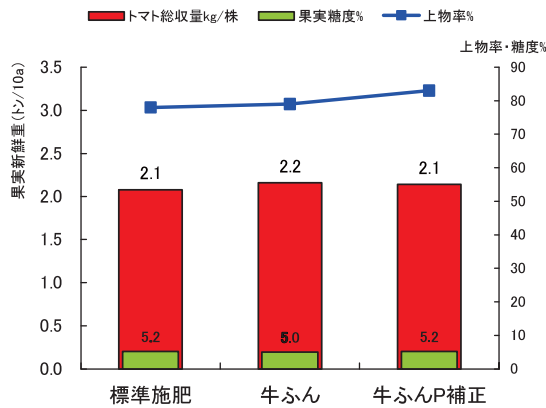


図3 トマトの収量・品質結果 (2011年)

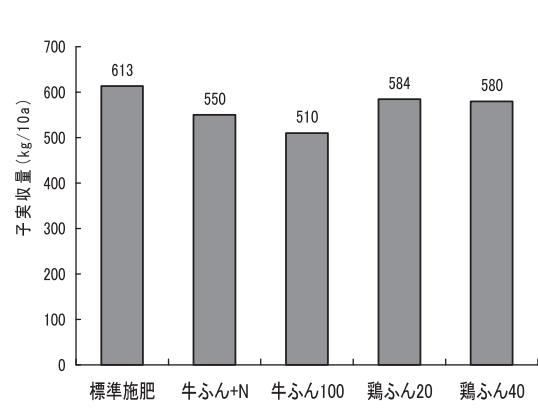


図4 コムギの子実収量結果 (2012年)

表1 標準施肥区に対するキャベツの収量および養分吸収量、土壌養分量増減の比較

処理区	収量比 (%)	乾物重比 (%)	養分吸収量の比較 (kg/10a)			栽培前後土壌養分比較 (mg/乾土100g)	
			窒素	リン酸	カリ	リン酸	カリ
標準施肥	100	100	100	100	100	-0.2	-1
牛ふんP	102	99	97	81	115	0.1	-8
牛ふんK	106	102	100	100	126	1.6	8

【その他】

研究課題名：

2. たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発・普及事業

(2) たい肥のリン酸・カリの肥効率に基づいた作物栽培の実証

研究期間：平成 23～24 年度

3. たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムを利用すると適切にたい肥を利用拡大できる

【要約】 家畜ふんたい肥の窒素、リン酸、カリの肥効率の推定式を組み込んだ施肥設計システムを開発した。リン酸およびカリベースの施肥設計計算法や施肥コスト試算により、環境に負荷をかけずに適切にたい肥を利用できる。

キーワード 家畜ふんたい肥、リン酸、カリ、肥効率、施肥設計システム

【背景・ねらい】

従来、たい肥は主に窒素肥料の代替として位置づけられ、リン酸、カリの供給資源としての活用は十分になされていない。昨今の化学肥料価格高騰を背景に、たい肥を農業生産資材として利用拡大することが求められている。一方、たい肥を化学肥料の代替として利用するためには、個々のたい肥中のリン酸、カリの肥効率を詳細に検討し、これらを施肥設計で評価した施肥設計体系を構築する必要がある。そこで、たい肥の窒素、リン酸、カリの肥効率の推定式を組み込み、かつ環境に負荷をかけない施肥設計システムを開発する。

【成果の内容・特徴】

1. 当該システムにより、たい肥のリン酸とカリの肥効率を精度良く評価できるので、施肥基準に基づいた環境保全型の施肥設計が迅速に行えるようになる。
2. 各地域もしくは研究所案の減肥基準をシステムに組み込んであり、土壌中の可給態窒素、可給態リン酸、交換性カリウム量に基づく減肥判断を行うこ

とが可能のため、個々の農家の営農実態にみあった堆肥の施用及び減肥の取り組みが可能となる。

3. 当該システムを無償提供することで、誰もがこの施肥設計システムを利用でき、たい肥の適正な利用に貢献できる。

【成果の活用面・留意点】

1. システム (Windows XP / Excel 2003、1.7Mb) 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25年3月予定)。
2. 施肥設計の基本的な考え方は地域の施肥基準および減肥基準に従う (図1)。
3. 土壌中のリン酸とカリ量が減肥率100%となる場合、施肥設計に適さない。
4. 今後、各地域での施肥基準の変更および減肥基準の追加が行われるようになった場合、システムのデータベースの定期的な更新が望まれる。

【具体的なデータ等】

メインフォーム

秋田県 施肥設計 条件設定 終了

施肥基準

作物名: なす
 作型・品種名・他: 露地栽培 / 真仙中長【台木】トルハム・ビガ

窒素	リン酸	カリ	減肥後の施肥基準	窒素	リン酸	カリ
kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a
15	15	15	15.0	7.5	7.5	

ほ場

東側 露地

成分量	硝酸態窒素量	可給態リン酸	交換性カリ
mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
0.8	70.7	41.2	

堆肥

横山糞豚

肥効率 %	窒素	リン酸	カリ	価格 円/t	畜種
15.2	85.0	92.2	1,600	豚	

化学肥料

肥料名	単肥成分含量 %	価格 円/20kg
窒素質 硫酸	21	1,200
リン酸質 粒状過石	17	1,600
カリ質 硫酸カリ	50	2,500

化学肥料で補う肥料成分量(kg/10a) (赤字はオーバー分です)

	窒素ベース	リン酸ベース	カリベース	
窒素	14	14	14	kg/10a
リン酸	7.5		7.5	kg/10a
カリ	0.24	3.9	0.24	kg/10a

施肥設計 計算書 現物重量/10a 計算実行

名称	窒素 ベース 印刷		リン酸 ベース 印刷		カリ ベース 印刷	
	施用量	施肥コスト	施用量	施肥コスト	施用量	施肥コスト
堆肥 横山糞豚	0.45 t	720 円	0.23 t	368 円	0.45 t	720 円
化学肥料 硫酸	65 kg	3,900 円	68 kg	4,080 円	65 kg	3,900 円
化学肥料 粒状過石						
化学肥料 硫酸カリ	0.48 kg	60 円	7.7 kg	963 円	0.48 kg	60 円
合計金額		4,680 円	合計金額	5,411 円	合計金額	4,680 円

図 1 施肥設計システムの条件設定画面

【その他】

研究課題名

- たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発・普及事業
- たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発

研究期間：平成 22～24 年度

成果発表等：

- たい肥と土壌養分分析に基づく調整施肥設計マニュアル. (財) 畜産環境整備機構. (2013)
- たい肥の窒素、リン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発—豚ふんたい肥での算定事例、山本朱美、畠中哲哉、道宗直昭、第 97 回日本養豚学会大会、平成 25 年 3 月.

4. 高肥料成分ペレットたい肥の調製法と安定貯蔵法

【要約】高肥料成分ペレットたい肥（乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上）の調製法（たい肥等資材の入手法、組合せ方法等のノウハウ）、品質保全のための安定貯蔵法を開発するとともに、作物栽培によりリン酸・カリ肥料代替効果が高いことを明らかにした。さらに以上の結果をマニュアルにまとめた。

キーワード

ペレットたい肥、調製方法、貯蔵法、リン酸肥効、カリ肥効

【背景・ねらい】

近年の化学肥料価格の高騰を背景にたい肥に含まれる肥料成分の有効利用による化学肥料の節減に加えて、耕種サイドでは散布労力の面から高肥料成分たい肥へのニーズも高い。そこで、たい肥等の資材を用いてリン酸及びカリ含量が高く、化学肥料代替効果の高い高肥料成分ペレット堆肥（乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上）の調製技術、品質保全のための貯蔵法を開発するとともに、リン酸・カリの肥料効果を明らかにする。

【成果の内容・特徴】

1. 乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上を目標とする高肥料成分ペレットたい肥調製のためたい肥等資材を入手し、分析結果に基づいて組合せについて検討した結果、採卵鶏炭や鶏ふん燃焼灰をメインとする組合せが目標値をクリアした（表1）。
2. ペレットたい肥の調製法を検討した結果、豚ふんたい肥と鶏ふん燃焼灰の組合せをメインとする数種のペレットたい肥を調製した（表2）。
3. 品質保全のための貯蔵法（保存袋に

太陽光を照射した劣化試験と環境要因を変えた長期貯蔵試験）について検討した結果、長期貯蔵試験ではペレットたい肥の品質劣化はなかったのに対し、水分率が 19%以下のペレットでも太陽光照射のくり返しにより崩壊現象がみられ、外観品質と肥料成分低下等の品質劣化が発生した（写真1、表3）。太陽光を照射させない環境下での貯蔵が重要であった。

4. ペレットたい肥のリン酸およびカリの簡易分析に基づく推定肥効率を用いて施肥設計し作物栽培を行った結果、メロン、キャベツ、トマト、コムギで化学肥料のみの標準区と同等の収量、品質、養分吸収量等の結果が得られた（データ略）。
5. 得られた結果は「高肥料成分ペレット堆肥の調製と安定貯蔵に関するマニュアル」としてまとめた（写真2）。

【成果の活用面、留意点】

1. 本成果は高肥料成分ペレットたい肥（リン酸とカリ）調製に役立つ。
2. 生産コストを下げるためはたい肥供給情報等を活用して地域内で入手する。

【具体的データ】

表1 目標値（乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上）をクリアできる資材の組合せ

		豚ふんたい肥		採卵鶏たい肥	採卵鶏炭	鶏ふん燃焼灰	
		H社	T牧場	T社	M社	O社	I社
乳牛たい肥	NM牧場	×	×	×	○	○	○
	KC牧場	×	×	×	○	○	○
	HT牧場	×	×	×	○	○	○
	KT牧場	×	×	×	○	○	○
	TKC産業	×	×	×	○	○	○
肉牛たい肥	KN牧場	×	×	×	○	○	○
	TH畜産	×	×	×	○	○	○
	T県堆肥プラント	×	×	×	○	○	○
豚ふんたい肥	H社	—	—	×	○	○	○
	T牧場	—	—	×	○	○	○

○：目標値をクリアできる組合せ、×：クリアできない組合せ

表2 ペレットたい肥の肥料成分分析結果



写真1 崩壊劣化したペレットと正常ペレット

項目	単位	豚ふんたい肥と鶏ふん燃焼灰
現物水分	%	18.9
pH	H ₂ O	10.1
EC	mS/cm	15.1
C	乾物%	16.3
N	乾物%	1.81
C/N		9.0
P ₂ O ₅	乾物%	10.9
K ₂ O	乾物%	9.1
CaO	乾物%	27.5
MgO	乾物%	3.5
Zn	乾物ppm	1188
Cu	乾物ppm	240

注)ペレット堆肥の形状は、直径5mm、長さ5~10mm

写真2 マニュアル冊子

表3. 貯蔵中の重量および肥料成分の変化（劣化試験）

処理	保存袋 材質	試料の 形状	水分率	乾物重割合	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			現物%	%	乾物%	乾物%	乾物ppm
開始時		ペレット	18.9	100	1.81	10.9	9.1
室内	ポリエチレン	ペレット	18.8	100	1.80	10.6	8.8
太陽光	ラミジップ	ペレット	18.8	90	1.74	10.8	8.6
直接	ポリエチレン	ペレット	19.0	98	1.79	11.0	9.0
照射	土のう普通	ペレット	8.1	96	1.80	11.2	8.8
	土のうUV	ペレット	8.2	97	1.83	10.5	8.8
	ラミジップ	くず	20.3	10	1.67	10.7	8.4
	ポリエチレン	くず	19.2	2	1.75	10.9	7.6
	土のう普通	くず	7.5	4	1.78	9.5	9.1
	土のうUV	くず	7.6	3	1.68	9.4	8.9



【その他】

研究課題名：

2. 高肥料成分たい肥の調製及び成分安定貯蔵技術の開発・普及事業

(1) 戻したい肥・たい肥燃焼灰等を添加した高肥料成分たい肥の調製及び貯蔵技術の開発

研究期間：平成 22～24 年度

- V. 研究発表等
- VI. 成果刊行物一覧

V. 研究発表等

平成 24 年度

1. 学会発表等

- 1) たい肥の窒素、リン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計システムの開発－豚ふんたい肥での算定事例－、山本朱美、畠中哲哉、道宗直昭、第 97 回日本養豚学会大会、2013.

VI. 事業成果刊行物一覧

1. マニュアル類

- 1) たい肥のリン酸、カリの肥効を考慮した施肥設計－考え方とシステムの操作手順－（冊子版）、畜産環境整備機構、平成 25 年 3 月.
- 2) 高肥料成分ペレット堆肥の調製と安定貯蔵に感ずるマニュアル（冊子版）、畜産環境整備機構、平成 25 年 3 月.

2. ホームページ等

- 1) たい肥のリン酸、カリの肥効率を考慮した施肥設計システム（ダウンロード版）

<http://www.chikusan-kankyo.jp/ssss/dwn.html>

畜産環境技術研究所ホームページ、
2013.3