



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

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



平成25年3月



財団法人 畜産環境整備機構

はじめに

近年、リン酸およびカリを中心とする肥料および肥料原料の輸入価格は、国際的な肥料需要の増加等を背景に高止まり傾向で推移しており、今後も大幅な価格水準の改善は見込みにくい状況にあります。こうした中、各県においては、肥料高騰に対応した施肥改善対策の中で、有機質資材等、とくに家畜排せつ物堆肥の積極的な利活用を図るとともに、土壌診断に基づく適正な施肥を推奨しています。

これまで堆肥は主に窒素肥料の代替と位置づけられ施用されてきましたが、リン酸、カリについては肥効率などが十分検討されず、肥料成分が土壌に過剰蓄積するなどの問題が発生し、適正な施用方法が求められていました。堆肥を多く利用する有機栽培農家では、肥料成分含量が高く肥料効果の高い堆肥へのニーズが根強く、一般の耕種農家でも散布労力の関係で肥料成分含量の高い堆肥への要望が寄せられています。堆肥の肥料含量および肥料効果を高めることは施用量が少量で済み、耕畜連携を進める上でも重要です。ところが堆肥中の肥料成分含量を高めるための技術開発は窒素では散見されますが、リン酸やカリではほとんどみられません。

このような背景のもと、当畜産環境整備機構では平成 22 年から 3 年にわたり「高肥料成分堆肥調製・利用技術開発普及事業」に取り組んできました。その中では堆肥の利用拡大およびわが国農業生産におけるリン酸、カリ肥料の節減等を図るため、リン酸・カリの肥効を考慮した適正な堆肥利用技術と、リン酸・カリに着目した高肥料成分ペレット堆肥の調製・貯蔵技術の確立を重点的に押し進めてきました。

本資料は開発した技術を広く普及・推進するために、「高肥料成分ペレット堆肥の調製と安定貯蔵のためのマニュアル」と題してとりまとめたものです。

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

1 . 高肥料成分ペレット堆肥とは	1
2 . 高肥料成分ペレット堆肥の特徴・メリット	1
3 . 高肥料成分ペレット堆肥の調製法	2
1) ペレット堆肥調製用原材料の入手方法	2
2) ペレット堆肥調製の考え方	3
3) ペレット堆肥調製のための前処理	5
(1) 乾燥作業	5
(2) 粉碎作業	5
(3) 混合調製作業	6
4) ペレット堆肥の調製法	7
4 . 高肥料成分ペレット堆肥の安定貯蔵法	10
1) 品質に及ぼす保存時の環境要因の影響	10
(1) 品質劣化試験	10
(2) 環境要因を変えた長期の貯蔵試験	20
2) ペレット堆肥を安定貯蔵するには	23
5 . 作物栽培による高肥料成分ペレット堆肥のリン酸、カリ肥効の検証	25
1) メロンおよびキャベツ栽培での検証	25
(1) メロン栽培での検証	25
(2) キャベツ栽培での検証	27
2) トマト栽培での検証	30

1．高肥料成分ペレット堆肥とは

本事業では、家畜排せつ物を原料とする堆肥や資材等を用いて、通常の堆肥に比べ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の調製技術を開発するとともに、高肥料成分ペレット堆肥の貯蔵条件と成分変動の関係に基づいた品質保全のための貯蔵指針及び調製利用マニュアルを作成することにしました。

ここでは、目標とした「乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上」を達成したペレット堆肥を「高肥料成分ペレット堆肥」と定義しました。実際には、リン酸およびカリ含量の高い堆肥等を収集して成分分析を行い、目標を達成できる材料の組み合わせによりペレットを調製しました。引き続き、ペレット堆肥の貯蔵中の成分変動について検討するとともに、高肥料成分ペレット堆肥の調製技術と品質保全の貯蔵法を開発しました。以下、本文中では「高肥料成分ペレット堆肥」を単に「ペレット堆肥」と略称することにします。

2．高肥料成分ペレット堆肥の特徴・メリット

本事業はペレット堆肥という新しいタイプの堆肥の調製技術を開発し、その適切な貯蔵方法を明示するという特徴があります。ペレット堆肥は現在まで存在していませんでした。本技術は家畜ふん堆肥の加工技術の一つとして、堆肥センター等の生産者側への貴重な技術情報となるとともに、耕種農家側では堆肥の品質が保証されるため施肥設計を行いやすく、資源循環型農業の推進につながります。

ペレット堆肥の特徴・メリットを整理すると以下の点が挙げられます。

直径 5 mm、長さ 5～10mm のペレット状になっており、堆肥に比べて取り扱いやすさが向上しています。

肥料成分含量が高いので、散布量が少なくてすみます。

堆肥等の原材料を変えることで、肥料成分含量のコントロールが可能です。

肥料成分の肥効も高く、化学肥料代替効果も高いです。肥料要求度の高い作

物への利用も可能です。

耕種農家での利用に際して、手持ちの機械による散布が可能です。

適正に管理することで貯蔵性も高いです。

3 . 高肥料成分ペレット堆肥の調製法

通常の堆肥に比べてリン酸及びカリ含量が高く、化学肥料代替効果の高いペレット堆肥の調製技術を開発しました。その内容は、リン酸およびカリ含量の高い堆肥等を収集して成分分析を行い、「乾物当たり全リン酸 10%以上、カリ 5%以上」を達成できる組み合わせを見出すとともに、組合せが可能な材料によるペレット堆肥を調製したことです。

ペレット堆肥の調製へ向けた作業工程は、1) 堆肥等の原材料の入手、2) 乾燥、3) 粉碎、4) 混合調製、5) 成型(ペレット化)の5工程です。以下、各工程について、その具体的な方法等を述べます。

1) ペレット堆肥調製用原材料の入手方法

原材料堆肥のリン酸およびカリ含量が高いほど目標値を達成しやすくなります。リン酸およびカリ含量の高い堆肥をさがすためには、国や都道府県および市、堆肥センター、農協、団体、会社および個人等が発信している堆肥生産と供給に関する情報、例えばガイドブック、パンフレット、ホームページ等を利用するよいでしょう。それらの情報の中には、畜種、副資材、堆肥化方法、堆積日数、堆肥生産量、肥料成分値、販売価格(価格は問い合わせとなる場合も多い)等が記載されているので、肥料成分含量の高い材料が入手しやすいです。

リン酸およびカリ含量が高いと予想される堆肥としては、乳用牛堆肥および肉用牛堆肥では戻し堆肥処理方式を採用している堆肥、豚ふんおよび鶏ふん堆肥では密閉コンポ処理方式を採用している堆肥、採卵鶏及びブロイラーでは鶏ふん燃焼灰が挙げられます。試験のためにわれわれが全国の堆肥生産組織の中から収集した原材料の例を表1に示しました。収集した堆肥等の原材料は研究所の堆肥分析システムにて分析しました。

なお、堆肥の販売価格は様々で大きな開きがありますが、生産コストを下げ
 するためには上記の情報を活用して、できるだけ近場の生産者から入手するとよ
 いでしょう。

参考例として以下に、私どもが見つけたインターネットのホームページや入
 手した情報を2～3紹介します。

- 1) 農水省関東農政局、関東ブロックたい肥需給リスト（平成 18 年 3 月）
<http://www.maff.go.jp/kanto/seisan/chikusan/list/pdf/list.pdf>
- 2) 農水省東海農政局、東海地域家畜ふん堆肥供給者等リスト（平成 24 年 10
 月）<http://www.maff.go.jp/tokai/seisan/kankyo/taihilist.html>
- 3) 兵庫県堆肥マップ 平成 19 年度版（兵庫県農林水産部農林水産局畜産課）

表 1 収集した原材料堆肥の肥料成分分析結果

堆肥種類	生産者	現物水分	pH	EC	C	N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	備考
		%	H ₂ O	mS/cm	乾物%	乾物%		乾物%	乾物%	乾物%	乾物%	
乳用牛堆肥	NM牧場	49	9.5	5.9	39.6	2.7	14.5	2.6	5.0	4.0	2.0	戻し堆肥
	KC牧場	50	10.0	6.9	36.4	2.4	15.2	3.0	6.7	5.1	1.9	戻し堆肥
	HT牧場	32	10.0	10.9	34.4	2.1	16.1	3.0	8.3	5.3	2.0	戻し堆肥
	KT牧場	37	9.6	7.0	36.0	2.3	15.8	2.6	4.7	6.2	1.7	戻し堆肥
	Kセンター	43	9.3	8.9	-	2.6	-	3.0	5.2	3.6	1.7	戻し堆肥
肉用牛堆肥	KN牧場	69	9.1	5.9	44.9	1.5	26.8	1.6	3.5	1.5	0.9	オガクズ
	TH畜産	65	9.2	2.6	28.1	1.6	17.3	2.4	2.8	2.7	1.3	-
	T県堆肥プラント	61	8.2	5.3	41.7	1.6	26.3	4.8	2.9	2.2	1.4	-
	JA堆肥センター	46	7.7	9.9	37.6	2.4	15.6	4.5	4.7	2.9	1.9	オガクズ
豚ふん堆肥	H社	26	7.7	5.2	43.0	4.5	9.1	4.9	3.0	3.8	1.5	密閉コンボ
	T牧場	20	8.1	9.3	-	4.5	-	10.0	8.9	7.3	2.5	副資材なし
採卵鶏堆肥	T社	41	7.4	7.3	36.4	4.1	8.6	5.9	4.9	8.8	1.8	-
採卵鶏炭	M社	15	11.4	13.5	36.3	2.4	14.3	13.2	11.2	18.8	3.7	採卵鶏
鶏ふん焼却灰	O牧場	0.4	11.1	15.6	4.6	0.4	9.2	24.8	24.9	29.3	8.2	ブロイラー
	I社	0.2	12.1	24.1	4.8	0.1	48.2	12.3	10.9	44.8	3.7	採卵鶏
	NK社	-	-	-	-	-	-	20.0	18.0	28.0	6.0	採卵鶏

2) ペレット堆肥調製の考え方

表 1 に示しました堆肥等の原材料を対象に、ペレット堆肥調製の目標値とし
 て掲げた「乾物当たりリン酸 10%以上、カリ 5%以上」をクリアできる組合せ
 について検討しました。収集した堆肥等の範囲内では、採卵鶏炭や鶏ふん燃焼
 灰（採卵鶏およびブロイラー）をメインとする組合せのみが目標値をクリアで
 きる結果となりました（表 2）。

表2 目標値（リン酸 10%以上、カリ 5%以上）をクリアできる堆肥の組合せ検討結果

		豚ふん堆肥		採卵鶏堆肥	採卵鶏炭	鶏ふん燃焼灰	
		H社	T牧場	T社	M社	O社	I社
乳用牛堆肥	NM牧場	×	×	×			
	KC牧場	×	×	×			
	HT牧場	×	×	×			
	KT牧場	×	×	×			
	TKC産業	×	×	×			
肉用牛堆肥	KN牧場	×	×	×			
	TH畜産	×	×	×			
	T県堆肥プラント	×	×	×			
豚ふん堆肥	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

続いて、目標をクリアできる組合せの考え方、求め方について、堆肥2種類を例として述べます。A、B2種類の堆肥を用い、混合する堆肥の乾物重、リン酸とカリ含量を以下のように想定し、調製する混合堆肥を10kgとします。

	乾物重(kg)	リン酸含量(乾物%)	カリ含量(乾物%)
A堆肥	A	Pa	Ka
B堆肥	B	Pb	Kb

リン酸含量10%を目標とする場合、

$$A + B = 10 \quad A \times Pa + B \times Pb = 10 \times 0.1$$

カリ含量5%を目標とする場合

$$A + B = 10 \quad A \times Ka + B \times Kb = 10 \times 0.05$$

リン酸、カリのそれぞれの連立式からAとBについて解きます。

具体的な数値で計算例を示します。

A堆肥のリン酸含量を4.8%、カリ含量を2.9%、混合する堆肥乾物重をAkg、B堆肥のリン酸含量を13.2%、カリ含量を11.2%、混合する堆肥乾物重をBkgとしますと、

リン酸含量を目標とした場合：

$$A + B = 10 \quad B = 10 - A$$

$$0.048 \times A + 0.132 \times (10 - A) = 10 \times 0.1$$

これを解くと $A = 3.81\text{kg}$ $B = 6.19\text{kg}$ となります。

この乾物重割合で混合した時のリン酸含量は 10.0%、カリ含量は 8.0%
〔 $100 \times (3.81 \times 0.029 + 6.19 \times 0.112) / 10$ 〕と算出されます。

カリ含量を目標値とした場合

$$A + B = 10 \quad B = 10 - A$$

$$0.029 \times A + 0.112 \times (10 - A) = 10 \times 0.05$$

これを解くと $A = 7.47\text{kg}$ $B = 2.53\text{kg}$ となります。

この乾物重割合で混合した時のリン酸含量は 6.9%〔 $100 \times (7.47 \times 0.048 + 2.53 \times 0.132) / 10$ 〕、カリ含量は 5.0%と算出されます。

以上の考え方は 3 種類の堆肥を混合・調製する場合にも適用できます。

3) ペレット堆肥調製のための前処理

ペレット堆肥を調製するに当たって必要な前処理は、乾燥作業、粉砕作業、混合調製作業です。以下、当研究所で行っている作業について説明します。

(1) 乾燥作業

ペレット堆肥を調製するに当たって最初に行うのが乾燥です。乾燥は 50 に設定した大型の乾燥機を使用しました。50 の乾燥機で 3 ~ 4 日乾燥すると堆肥の水分率は 10 数%まで低下しました。もちろん開始時の堆肥水分によって仕上がり水分は異なりますが、10%以下になると粉砕時の粉塵がひどくなりますので、できれば 15 ~ 20%程度に止めるとよいでしょう。

ペレット堆肥の生産量が 1 日当たり 10 t 規模の施設の事例では、ロータリー攪拌式のハウスで水分 30%以下を目標としています。

(2) 粉砕作業

次に、堆肥水分が 10 数%程度まで低下した原材料を粉砕しますが、当研究所ではハンマークラッシャータイプ(小型)の粉砕機を使用しています。このタイプの粉砕機は 1 種類の堆肥材料を大量に粉砕するのに適しており、1 時間に 5 ~ 10kg の粉砕が可能です。堆肥の粉砕には 2mm 目のメッシュスクリーンを使用しています。本機種には 6 種類のメッシュスクリーン(0.3 ~ 6.0mm)が装備されており、目的に応じて選択が可能です。外観を写真 1 に示しました。



写真1 堆肥原材料の粉碎機

(3) 混合調製作業

続いて堆肥材料の混合作業です。当研究所ではモルタルミキサーの混合機を使用しております。その外観を写真2に示しました。ドラムの直径は80cm、容量は97リットルです。ドラム内に回転羽根が装着されており、その回転数は33rpmです。堆肥材料を混合しながらドラムのアップダウンが可能で、車が着いているので、移動・収納が容易にできる特徴があります。



写真2 堆肥材料の混合機

4) ペレット堆肥の調製法

堆肥材料の混合作業が終了したらペレット堆肥の成型作業に移ります。堆肥の成型方式には、水分含量の高い(30~50%)高水分用のエクストルーダー方式と、30%以下の中水分用のローラー・ディスクダイ方式、ローラー・リングダイ方式などがあります。ペレット堆肥の水分率を15%程度まで仕上げ乾燥するためには、中水分で成型でき、ダイスの交換や目詰まりが発生した場合の掃除が容易なローラー・ディスクダイ方式が有効とされています。ちなみに当研究所ではローラー・ディスクダイ方式の成型機(F社製)を使用しております。その概要を写真3に示しました。



写真3 高肥料成分ペレット堆肥の調製に供した成型機



ローラーとダイス部分

本事業では、次の２種類のペレット堆肥を調製しました。

(1) 豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰を組合せたペレット堆肥

(2) 豚ふん堆肥と肉用牛堆肥を組合せたペレット堆肥

以下、具体的な調製方法について説明します。

(1) 豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰の組合せによるペレット堆肥

目標値をクリアした T 牧場の豚ふん堆肥と I 社の採卵鶏ふん焼却灰の組合せ事例です。豚ふん堆肥は乾燥後、上記の粉碎器で粉碎 (2mm 目篩いで篩別) したものの、鶏ふん燃焼灰は 1 mm 目の篩いを通過したものを用いました。粉碎した豚ふん堆肥の乾物重 10.0kg (水分率 9.7% で現物重として 11.1kg) に鶏ふん燃焼灰の乾物重 12.2kg (水分率 0.03% で現物重として 12.2kg) を混合しました。混合比としては乾物重で豚ふん堆肥 1 : 鶏ふん燃焼灰 1.22 (現物重で 1:1.1) です。この混合物に水分率が 19% となるように蒸留水 4.2 リットルを加え、混合しました。この混合物を成型機にかけてペレット堆肥を調製しました。生成量は 1 時間当たり 39.9kg でした。できたペレット堆肥の形状は、直径が 5mm、長さが 5 ~ 10mm で、水分率は発熱で 1 % 程度低下して 18% となりました。調製されたペレット堆肥の肥料成分分析結果を表 3 に、ペレット性状を写真 4 に示しましたが、リン酸含量は 10.9%、カリ含量は 9.1% となりました。

(2) 豚ふん堆肥と肉用牛堆肥の組合せによるペレット堆肥

目標値をクリアした組合せ事例ではありませんが、水分率の高いペレット堆肥を調製し後述の貯蔵試験 (劣化試験) に供試するために、先の T 牧場の豚ふん堆肥と JA 堆肥センター産の肉用牛堆肥の組合せによるペレット堆肥を調製しました。豚ふん堆肥は (1) のペレット堆肥と同様に、乾燥後上記の粉碎器で粉碎 (2mm 目の篩いで篩別) したものの、肉用牛堆肥も乾燥後粉碎したものを用いました。粉碎した豚ふん堆肥の乾物重 10.55kg (水分率 9.3% で現物重として 11.63kg) に肉用牛堆肥の乾物重 3.03kg (水分率 5.9% で現物重として 3.22kg) を混合しました。混合比としては乾物重で豚ふん堆肥 3.48 : 肉用牛堆肥 1 (現物重で 3.61:1) です。この混合物に水分率が 32.5% 程度となるように蒸留水 5.4 リットルを加え、混合しました。この混合物を成型機にかけてペレ

ット堆肥を調製しましたが、生成量は1時間当たり 39.6kg でした。調製されたペレット堆肥の形状は(1)のペレット堆肥と同様で、水分率は32.0%となりました。肥料成分分析結果を表3に、ペレット性状を写真4に示しましたが、リン酸含量は8.4%、カリ含量は6.2%でした。

表3 ペレット堆肥の肥料成分分析結果

項目	単位	豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃烧灰	豚ふん堆肥と肉用牛堆肥
現物水分	%	18.9	32.0
pH	H ₂ O	10.1	8.4
EC	mS/cm	15.1	10.3
C	乾物%	16.3	31.3
N	乾物%	1.81	3.52
C/N		9.0	8.7
P ₂ O ₅	乾物%	10.9	8.4
K ₂ O	乾物%	9.1	6.2
CaO	乾物%	27.5	8.4
MgO	乾物%	3.5	3.0
Zn	乾物ppm	1188	955
Cu	乾物ppm	240	319

注) ペレット堆肥の形状は、直径5mm、長さ5～10mm



写真4 調製したペレット堆肥の性状(左:豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃烧灰の組合せ、右:豚ふん堆肥と肉用牛堆肥の組合せ)

4 . 高肥料成分ペレット堆肥の安定貯蔵法

調製したペレット堆肥の品質保全のため、貯蔵法について検討しました。その目的は、貯蔵条件と成分変動の関係に基づいた品質保全のための貯蔵指針及び調製利用マニュアルを作成するためであります。

1) 品質に及ぼす保存時の環境要因の影響

貯蔵試験については、次の二つの試験を行いました。

- (1) 品質劣化試験
- (2) 環境要因を変えた長期の貯蔵試験

以下、試験のねらいと試験方法について説明します。

(1) 品質劣化試験

この試験のねらいは、ペレット堆肥を入れた保存袋に太陽光を直接照射して意図的にペレットの品質劣化を引き起こす環境を作り出し、ペレット性状や肥料成分含量等への影響を調べることです。

ア・試験材料

この試験に用いたペレット堆肥は、豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰で調製したペレット堆肥と豚ふん堆肥と肉用牛堆肥で調製したペレット堆肥の2種類です。両ペレット堆肥の肥料成分含量等は表3に示しました。

保存袋としては、次の4種類を用いました(写真5)。

- ポリエチレン袋(市販ラミジップ)
- ポリエチレン袋(市販品)
- メッシュ袋(土のう袋、ポリエチレン製普通タイプ、市販品)
- メッシュ袋(土のう袋、ポリエチレン製UVカットタイプ、市販品)

イ・試験方法

調製した2種類のペレット堆肥を、おのおの1.2kgずつ上記の4種類の保存袋に詰め、ラミジップは上部のチャックで、またポリエチレン袋はシーラーにて密封し、土のう袋(標準タイプとUVカットタイプ)は首部を麻ひもで縛って、太陽光の直接照射によるペレットの品質劣化試験に供試しました。太陽光

の直接照射は日中のみ行い、夜間は室内へ取り込みました。これを2ヶ月繰り返しました。一方、同じ保存袋に詰めたペレット堆肥を室内に置き、対照区としました。



写真5 貯蔵試験に供試した保存袋（上左：ラミジップ、上右：ポリエチレン袋、下左：土のう袋普通、下右：土のう袋 UV カット）

ウ．試験結果

豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰で調製した、水分率 19%ペレット堆肥による劣化試験の結果の一例を写真5～7と表4、表5に示しました。

ペレット堆肥を入れた保存袋に日中の太陽光を照射すると、直ちに水分が内壁に付着しはじめ、夜間になって室内に戻すと内壁に付着していた水分はペレットへ戻ったり、あるいは袋内に水たまりを作っていました。この操作を2ヶ月間繰り返したところ、次第にペレット堆肥が崩壊し、細かくなったペレット堆肥のくずが内壁に付着するようになりました（写真6）。



写真6 太陽光の直接照射区における2ヶ月後の保存袋の外観
ペレット堆肥の崩壊物が内壁に付着している（ラミジップ）
（豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰によるペレット堆肥、水分率19%）

太陽光の直接照射区において、2ヶ月経過した保存袋からペレット堆肥を取出し、正常なペレット堆肥とくずに分別した結果を写真7に示しました。正常なペレット堆肥とは開始時のペレットの形状を維持し、1mm目の篩上に残っているものを、くずとはペレット堆肥が崩壊し、保存袋の内壁へ付着した堆肥および1mm目の篩をパスしたペレット堆肥を合わせたものとししました。保存袋の内壁へ付着した堆肥はすべて削ぎ落としました。分別した正常なペレット堆肥とくず堆肥のそれぞれについて、重量、水分率、肥料成分を測定しました。



写真7 太陽光照射区のペレット堆肥と内壁への付着物（ラミジップ）

写真8は土のう袋に保存していたペレット堆肥を正常なペレットとくずに分別した写真です。土のう袋に保存したペレット堆肥は、ラミジップやポリエチレン袋に比べてくずの発生が少ないと同時に水分の低下が大きく、ペレット堆肥はより乾燥した外観を呈していました。



写真8 土のう袋（普通）から取出したペレットと崩壊物（19%）（同上）

続いて、保存中のペレット堆肥の重量と肥料成分の変化について述べます。太陽光の直接照射によりペレット堆肥の品質が劣化し、維持率が最も低下した保存袋はポリエチレン（ラミジップ）でした。ラミジップでは、ペレットの水分率は開始時および室内と変わりませんでした。ラミジップでは、ペレットの水分率は開始時および室内と変わりませんでした。くずのそれはペレットよりも高く、水分が内壁に多く集まるためと判断されます。土のう袋のペレット維持率はラミジップより高いですが、ペレットおよびくずともに水分率が低いことから、ペレット堆肥の水分が袋の外へ逃げることでペレット堆肥の崩壊が抑制されたためと推察されます。土のう袋のくずの発生の原因は、むしろ乾燥の進行によるものと考えられます（表4）。

肥料成分の変化についてみますと、くずの発生の多かったラミジップでは、ペレット堆肥の窒素、カリ、亜鉛含量が低下する傾向が認められました。土のう袋に保存したペレット堆肥の肥料成分含量は、どの分析項目でも開始時および室内静置の分析値と差がなく、品質劣化は認められませんでした（表5）。

表4 高肥料成分ペレット堆肥の貯蔵中の重量変化（劣化試験）

- 豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰によるペレット堆肥（開始水分率 19%） -

処理	保存袋 材質	開始時 乾物重(g)	2ヶ月後乾物重(g)		ペレット維持率 %	水分率(%)	
			ペレット	くず		ペレット	くず
開始時		975	-	-	100	18.9	-
室内	ポリエチレン	975	975	0	100	18.8	0
太陽光	ラミジップ	975	881	94	90.4	18.8	20.3
直接	ポリエチレン	975	959	16	98.4	19.0	19.2
照射	土のう普通	975	934	41	95.8	8.3	7.5
	土のうUV	975	946	29	97.0	8.2	7.6

表5 高肥料成分ペレット堆肥の貯蔵中の肥料成分の変化（劣化試験）

- 豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰によるペレット堆肥（開始水分率 19%） -

処理	保存袋 材質	試料の 形状	現物水分 %	pH H ₂ O	EC mS/cm	C 乾物%	N 乾物%	C/N比
開始時		ペレット	18.9	10.1	15.1	16.3	1.81	9.0
室内	ポリエチレン	ペレット	18.8	10.0	13.8	16.4	1.80	9.1
太陽光	ラミジップ	ペレット	18.8	10.1	14.5	15.9	1.74	9.2
直接	ポリエチレン	ペレット	19.0	10.2	14.3	16.0	1.79	9.0
照射	土のう普通	ペレット	8.1	10.3	14.3	16.1	1.80	9.0
	土のうUV	ペレット	8.2	10.3	13.8	16.3	1.83	8.9
	ラミジップ	くず	20.3	10.2	13.9	15.9	1.67	9.6
	ポリエチレン	くず	19.2	10.2	12.6	15.9	1.75	9.1
	土のう普通	くず	7.5	10.3	15.0	16.4	1.78	9.2
	土のうUV	くず	7.6	10.1	15.4	15.6	1.68	9.3

処理	保存袋 材質	試料の 形状	P ₂ O ₅ 乾物%	K ₂ O 乾物%	CaO 乾物%	MgO 乾物%	Zn 乾物ppm	Cu 乾物ppm
開始時		ペレット	10.9	9.1	27.5	3.5	1188	240
室内	ポリエチレン	ペレット	10.6	8.8	27.7	3.2	1082	216
太陽光	ラミジップ	ペレット	10.8	8.6	27.7	3.2	1066	209
直接	ポリエチレン	ペレット	11.0	9.0	27.9	3.4	1085	223
照射	土のう普通	ペレット	11.2	8.8	28.3	3.6	1143	239
	土のうUV	ペレット	10.5	8.8	27.6	3.5	1106	228
	ラミジップ	くず	10.7	8.4	29.7	3.1	1053	205
	ポリエチレン	くず	10.9	7.6	30.0	3.3	1054	207
	土のう普通	くず	9.5	9.1	28.5	3.4	1095	219
	土のうUV	くず	9.4	8.9	28.1	3.4	1056	216



豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰で調製したペレット堆肥

続いて、豚ふん堆肥と肉用牛堆肥で調製した、水分率 32%ペレット堆肥による劣化試験の結果の一例を写真 9 ~ 11 と表 6、表 7 に示しました。

日中の太陽光を照射すると、先の 19%ペレット堆肥と同様に直ちに水分が保存袋の内壁に付着しはじめ、夜間に室内に戻すと内壁の水分が一部落ちていました。水分率の高いペレット堆肥ほど、水分が袋の内壁に付着するスピードは速いことが観察されました。この操作を 2 ヶ月間繰り返したところ、先のペレット堆肥と同様に、崩壊したペレット堆肥が内壁に付着するようになりました（写真 9、左側）。一方、対照区として太陽光を浴びない室内に静置保存したペレット堆肥（写真 9、右側）では、水分率の高いペレット堆肥でも上述の症状は全く認められませんでした。



写真 9 劣化試験 2 ヶ月後のペレット堆肥保存袋の外観（ラミジップ）
左側：太陽光の直接照射処理区、右側：太陽光を浴びない室内での保存処理区
（豚ふん堆肥と肉用牛堆肥によるペレット堆肥、水分率 32%）

写真 10 は太陽光の直接照射区において、2 ヶ月経過した保存袋からペレット堆肥を取出し、正常なペレット堆肥とくず（ペレット堆肥が崩壊し、袋の内壁へ付着したもの、1mm 目の篩をパスしたもの、崩壊したペレット同士が付着した塊状もの）に分別した結果です。このペレット堆肥では崩壊したペレットの破片同士が付着し、塊となったペレットが出現しました。この現象は上述した 19%の低水分率のペレット堆肥ではみられませんでした。分別したそれぞれについて、重量、水分率、肥料成分を測定しました。



写真 1 0 太陽光照射区のペレット堆肥と保存袋内壁への付着物およびペレット破片が付着してできた塊のくず（ラミジップ袋、ペレットは同上）

写真 1 1 は土のう袋に保存していたペレット堆肥を正常なペレットとくずに分別した写真です。土のう袋に保存したペレット堆肥は、ラミジップやポリエチレン袋に比べてくずの発生が少ないとともに、水分の低下が大きく、ペレット堆肥はより乾燥していました。この点も上述の豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰によるペレット堆肥の結果と同様でした。



写真 1 1 土のう袋（普通）に保存したペレット（32%）

続いて、保存中のペレット堆肥の重量と肥料成分の変化について述べます。太陽光の直接照射によりペレット堆肥の品質が劣化し、ペレット維持率が最も低下した保存袋はポリエチレン袋でした。ポリエチレン袋では、ペレットの水分率は開始時および室内と変わりませんでした。くずのそれはペレットよりも高く、水分が内壁に多く集まるためと判断されます。土のう袋のペレット維持率はラミジップより高いですが、ペレット堆肥およびくずともに水分率が低いことから、ペレット堆肥の水分が袋の外へ出ることでペレットの崩壊が抑制されたためと推察されます。土のう袋のくずの発生の原因は、むしろ乾燥の進行によるものと考えられます。以上の結果は、上述した豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰によるペレット堆肥の結果と全く同様であり、原材料や水分率が異なっても同様な結果になることが推察されます（表6）。

肥料成分の変化についてみますと、くずの発生の多かったポリエチレン袋では、ペレット堆肥の窒素含量の低下がみられましたが、カリや亜鉛含量の低下傾向は認められず、豚ふん堆肥と採卵鶏燃焼灰のペレットによる結果とは一致していませんでした。土のう袋に保存したペレット堆肥の肥料成分含量は、どの分析項目でも開始時および室内静置の分析値と差がなく、先のペレット堆肥と同様に品質劣化は認められませんでした（表7）。

表6 高肥料成分ペレット堆肥の貯蔵中の重量変化（劣化試験）

- 豚ふん堆肥と肉用牛堆肥によるペレット堆肥（開始水分32%） -

処理	保存袋 材質	開始時 乾物重(g)	2ヶ月後乾物重(g)		ペレット維持率 %	水分率(%)	
			ペレット	くず		ペレット	くず
開始時		814	-	-	100	32.0	-
室内	ラミジップ	814	814	0	100	32.1	0
	ポリエチレン	814	811	3	99.6	32.1	32.0
	土のう普通	814	810	4	99.5	14.3	13.6
	土のうUV	814	800	14	98.3	14.3	13.6
太陽光 直接 照射	ラミジップ	814	751	63	92.3	32.0	37.5
	ポリエチレン	814	729	85	89.6	31.5	33.0
	土のう普通	814	803	11	98.6	13.8	12.9
	土のうUV	814	801	13	98.4	13.9	13.2

表7 高肥料成分ペレット堆肥の貯蔵中の肥料成分変化（劣化試験）

- 豚ふん堆肥と肉用牛堆肥によるペレット堆肥（開始水分 32%） -

処理	保存袋 材質	試料の 形状	現物水分 %	pH H ₂ O	EC mS/cm	C 乾物%	N 乾物%	C/N比
開始時		ペレット	32.0	8.4	10.3	31.3	3.52	8.7
室内	ラミジップ	ペレット	32.1	8.0	10.6	31.5	3.58	8.8
	ポリエチレン	ペレット	32.1	8.4	10.1	31.2	3.63	8.6
	土のう普通	ペレット	14.3	8.6	9.8	31.1	3.62	8.6
	土のうUV	ペレット	14.3	8.5	9.6	32.0	3.60	8.9
	〃	くず	13.6	7.9	10.0	32.0	3.33	9.6
太陽光 直接 照射	ラミジップ	ペレット	32.0	8.2	10.7	31.5	3.50	9.0
	ポリエチレン	ペレット	31.5	8.6	10.0	31.4	3.47	9.1
	土のう普通	ペレット	13.8	8.9	10.0	31.5	3.49	9.1
	土のうUV	ペレット	13.8	8.7	10.6	32.1	3.50	9.1
	ラミジップ	くず	37.5	8.1	12.5	31.8	3.23	9.9
	ポリエチレン	くず	33.0	8.5	11.2	31.3	3.38	9.3
	土のう普通	くず	12.9	8.0	11.1	32.3	3.30	9.8
	土のうUV	くず	13.2	8.6	10.8	32.6	3.23	10.1
処理	保存袋 材質	試料の 形状	P ₂ O ₅ 乾物%	K ₂ O 乾物%	CaO 乾物%	MgO 乾物%	Zn 乾物ppm	Cu 乾物ppm
開始時		ペレット	8.4	6.2	8.4	3.0	955	319
室内	ラミジップ	ペレット	7.3	6.3	8.1	2.9	818	288
	ポリエチレン	ペレット	7.6	6.4	8.3	2.9	834	295
	土のう普通	ペレット	7.6	6.8	8.8	3.1	850	299
	土のうUV	ペレット	7.6	6.7	8.8	3.0	868	310
	〃	くず	7.4	6.7	9.4	2.8	838	287
太陽光 直接 照射	ラミジップ	ペレット	8.1	6.4	8.4	3.1	929	327
	ポリエチレン	ペレット	8.2	6.9	9.4	3.5	1055	373
	土のう普通	ペレット	8.2	6.8	9.0	3.4	1021	355
	土のうUV	ペレット	8.0	6.7	9.0	3.4	1010	351
	ラミジップ	くず	7.8	7.5	8.5	3.1	914	328
	ポリエチレン	くず	7.9	7.3	9.1	3.3	1022	358
	土のう普通	くず	7.4	6.8	8.7	2.9	946	323
	土のうUV	くず	7.7	7.5	9.7	3.3	1041	353

(2) 環境要因を変えた長期の貯蔵試験

この試験のねらいは、環境条件を変えてペレット堆肥を長期に保存したとき、品質の一要因である肥料成分含量への影響を調べることです。

ア．試験材料

この貯蔵試験には、豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰で調製したペレット堆肥を、保存袋はポリエチレン袋を用いました。

イ．試験方法

ペレット堆肥の開始時水分を2処理(18%と8.6%)とし、恒温槽による環境条件(A、B、C)と組み合わせた次の5試験区を作りました。

ア．高温・高湿条件＋ペレット堆肥水分率		8.6%
イ．高温・高湿条件＋	＼	18%
ウ．高温・低湿条件＋	＼	8.6%
エ．高温・低湿条件＋	＼	18%
オ．変温・変湿条件＋	＼	18%

なお、環境要因は以下のとおりです

- A．高温・高湿(温度34～36、湿度65～85%、24時間夜間、通風有り)
- B．高温・低湿(昼間：温度34～36、湿度6～10%、12時間点灯、夜間：温度23、湿度10～15%、12時間消灯、下方より通風有り)
- C．実験棟の室内静置：温度・湿度ともに季節により変化(温度：秋期10～15、冬期5～10、春期12～22、夏期25～35、湿度：秋期40～60%、冬期50～70%、春期45～65%、夏期50～80%)

試験方法としては、1処理区当たりのペレット量は2kgとし、これをポリエチレン袋に入れ、麻ひもで縛って試験に供しました。試験期間は12ヶ月で、その間に1ヶ月ごとにペレット堆肥をサンプリングして肥料成分含量を分析しました。

ウ．試験結果

試験結果の一例を写真12～13、表8に示しました。ペレット堆肥の色合いは処理区でやや違いが見られるものの、かびの発生とか固結、あるいは崩壊

などの症状は認められませんでした。また、肥料成分の分析結果では、水分率は処理区で差がみられましたが、リン酸、カリ含量をはじめ他の成分含量は開始時と比べて著しく低下することは認められませんでした。

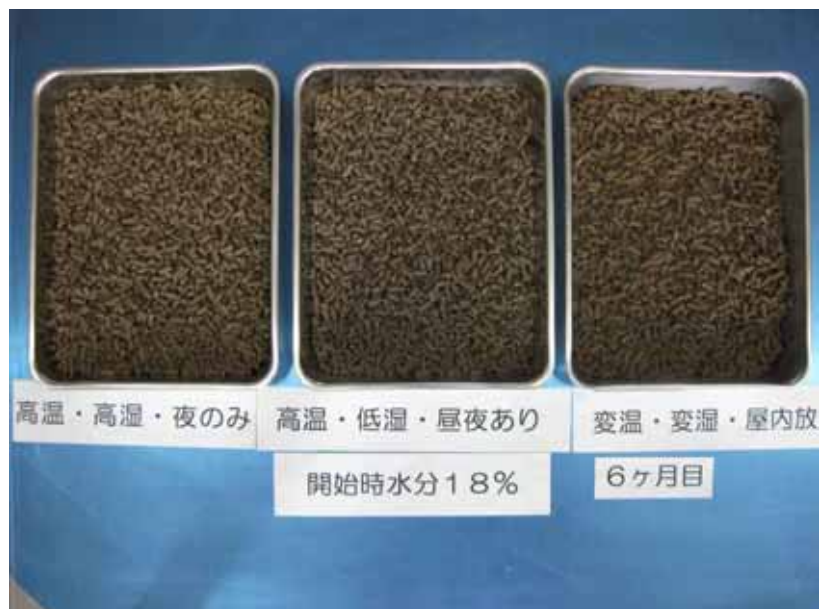


写真12 貯蔵試験6ヶ月目のペレット堆肥の様子（開始水分率19%）
（左：高温・高湿条件、中：高温・低湿条件、右：室内放置）

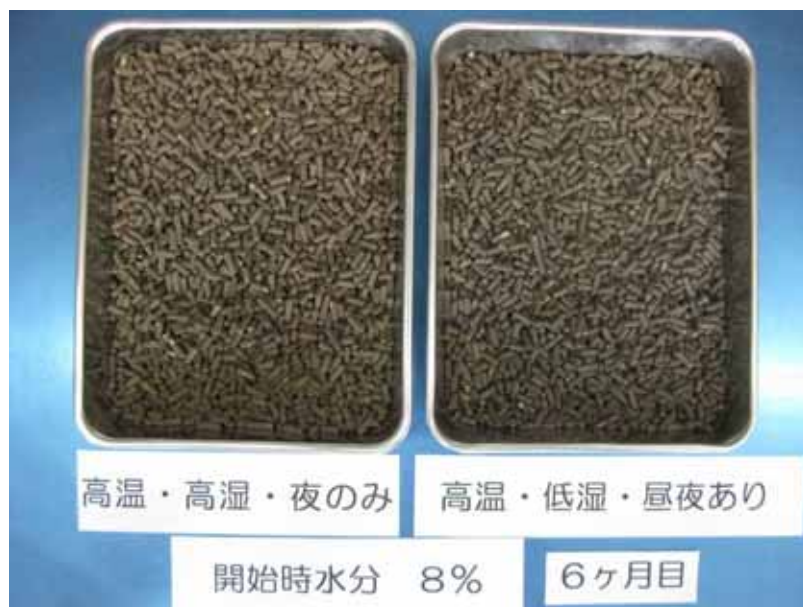


写真13 貯蔵試験6ヶ月目のペレット堆肥の様子（開始水分率8%）
（左：高温・高湿条件、右：高温・低湿条件）

表 8 高肥料成分ペレット堆肥の長期貯蔵中の肥料成分の変化

期間	処理区	設定 水分%	現物水分 %	pH H ₂ O	EC mS/cm	C 乾物%	N 乾物%	C/N比
開始時			8.6	10.1	13.3	16.5	1.83	9.0
			18.1	10.1	13.8	15.8	1.76	9.0
1ヶ月目	高温・高湿	8%	9.0	10.1	13.2	16.3	1.85	8.8
		18%	17.8	10.0	13.6	15.7	1.75	8.9
	高温・低湿	8%	7.0	10.0	13.8	16.5	1.84	9.0
		18%	15.5	9.9	13.7	15.6	1.76	8.9
	変温・変湿	18%	17.1	10.0	13.6	15.6	1.76	8.9
6ヶ月目	高温・高湿	8%	7.6	10.2	14.2	16.1	1.83	8.8
		18%	11.8	10.2	14.0	15.2	1.76	8.7
	高温・低湿	8%	4.9	10.2	14.3	16.4	1.89	8.7
		18%	5.9	10.3	14.0	15.6	1.82	8.6
	変温・変湿	18%	15.1	10.2	14.3	15.7	1.84	8.6
12ヶ月目	高温・高湿	8%	11.6	9.8	13.1	15.8	1.62	9.8
		18%	13.2	9.5	13.9	14.6	1.55	9.4
	高温・低湿	8%	7.0	9.9	14.0	15.8	1.65	9.6
		18%	7.6	9.8	13.8	15.5	1.65	9.4
	変温・変湿	18%	12.4	9.8	13.8	15.3	1.63	9.4

期間	処理区	設定 水分%	P ₂ O ₅ 乾物%	K ₂ O 乾物%	CaO 乾物%	MgO 乾物%	Zn 乾物ppm	Cu 乾物ppm
開始時			10.8	9.3	36.0	3.7	1513	266
			10.9	9.6	36.7	3.9	1509	285
1ヶ月目	高温・高湿	8%	10.4	9.5	35.7	3.9	1169	281
		18%	11.1	9.7	35.8	3.9	1243	284
	高温・低湿	8%	11.1	9.3	34.3	3.8	1436	265
		18%	11.6	10.2	36.5	4.1	1476	287
	変温・変湿	18%	11.3	10.0	34.6	4.1	1420	291
6ヶ月目	高温・高湿	8%	10.6	8.4	28.2	3.3	1111	241
		18%	10.6	8.7	27.8	3.5	1164	251
	高温・低湿	8%	10.5	8.8	28.5	3.4	1160	238
		18%	10.8	8.7	27.6	3.4	1167	250
	変温・変湿	18%	10.7	9.0	28.4	3.5	1155	309
12ヶ月目	高温・高湿	8%	10.5	8.6	28.5	3.4	1104	235
		18%	10.7	9.4	29.3	3.7	1187	261
	高温・低湿	8%	10.5	10.1	28.3	4.0	1187	271
		18%	10.4	9.8	28.6	3.7	1164	270
	変温・変湿	18%	10.9	9.9	28.2	4.0	1131	269

2) ペレット堆肥を安定貯蔵するには

以上の貯蔵試験の結果を踏まえ、ペレット堆肥の品質を保全するための安定貯蔵法について述べます。

従来、貯蔵中にペレット堆肥の変質を防止するためには水分管理が重要で、成型後のペレット堆肥は 15%程度の水分率まで乾燥することが推奨されています。また、15%以下の水分率にすると、分解しやすい油かすが入っていても貯蔵中の変質やカビの発生はないとの事例(農研機構・九州沖縄農研、2005)成型後の水分率が 40%のペレット堆肥を袋詰め保管すれば糸状菌等の増殖による外観品質の劣化が生じるとの報告(三重県、2008)、チャック付きポリ袋に入れた豚ふんペレット堆肥(水分率 21%)を 35℃の恒温槽(暗室下)内で保存したところ 2 週間でカビとカビ臭が発生したとの報告(岡山農総セ畜研報 1、2011)もあります。

本試験では貯蔵法に関する 2 つの試験を実施しました。一つ目は水分率が 32%と 19%のペレット堆肥を保存した袋に太陽光の直接照射を繰り返した劣化試験です。二つ目は、環境要因を変えた恒温槽で、水分率が 18%と 8.6%のペレット堆肥を 12 ヶ月の長期間貯蔵した試験です。

その結果、劣化試験では高水分率(32%)のペレットに加えて、19%の水分率でも太陽光の直接照射によりペレット堆肥の崩壊と肥料成分の低下が認められました。長期貯蔵試験では、カビの発生や崩壊などの外観的变化はみられず、しかも肥料成分含量の低下も認められませんでした。

続いて保存袋ですが、従来の試験報告ではポリエチレン袋や紙袋を用いた事例があります。中でもポリエチレン袋が多いので、本試験でもポリエチレン袋を主体に土のう袋も加えて試験してみました。その結果、密封したポリエチレン袋では太陽光を受けない室内に貯蔵した場合には品質の劣化は起きないこと、太陽光を当てるとペレット堆肥の崩壊や肥料成分の低下が起きることが判明しました。一方、土のう袋のように水分が出入りする場合には、水分率の低下が著しく、乾燥に伴う崩壊が多少発生するものの、カビの発生や肥料成分の低下はないことが明らかになりました。

以上から、ポリエチレン袋等で密封して貯蔵する場合は、従来いわれてい

るように、ペレット堆肥の水分率を 15%程度以下に下げること、 直射日光の当たらない場所に保管することなどが必要です。一方、土のう袋や紙袋のように水分が出入りする保存袋を使用する場合は、ペレット堆肥の水分率がかなり低下するので、品質の劣化は少ないですが、やはり直射日光を避けた室内に保管するのがよいでしょう。



ペレット堆肥の管理状況点検



ペレット工場での保管状況例

5 . 作物栽培による高肥料成分ペレット堆肥のリン酸、カリ肥効の検証

ペレット堆肥のリン酸、カリの肥効を確認・検証するために、熊本県には夏作メロンと秋作キャベツの栽培試験を、埼玉県にはハウストマトの栽培試験を委託しました。

栽培試験に先立ち、供試するペレット堆肥の全リン酸と全カリおよびく溶性リン酸とカリを分析し、リン酸とカリの推定肥効率を求めます。推定肥効率に基づいて施肥設計し、栽培試験を実施しました。以下、作物ごとに栽培試験結果を紹介します。

1) メロンおよびキャベツ栽培での検証

夏作のハウスメロンと秋作の露地キャベツの栽培試験は熊本県合志市にある熊本県農業研究センターのビニールハウスと畑ほ場で行いました。土壌は厚層多腐植質黒ボク土です。施肥量や栽培法および調査法は熊本県農作物施肥基準に基づきました。

(1) メロン栽培での検証

メロン栽培試験の処理区は標準施肥区、無リン酸区、無カリ区、ペレット堆肥区、牛ふん堆肥 K 区 (参照区) です。メロンの施肥基準量は 10a 当たり窒素 15kg、リン酸 15kg、カリ 15kg です。

標準施肥区、無リン酸区および無カリ区は化学肥料にて施肥しました。ペレット堆肥区は、豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰を乾物重で 1:1 混合・成型したペレット堆肥を用い、事前に分析・測定した窒素、リン酸、カリの肥効率に基づいてカリの基準量を 100% 満たすように施用した区です。また、参照区とした牛ふん堆肥 K 区は肉用牛堆肥を用い、ペレット堆肥区と同様にカリの基準量を満たすように施用した区です。ちなみに、ペレット堆肥 (現物) の施用量は 10a 当たり 470kg、牛ふん堆肥 K 区のそれは 1470kg です。さらに、ペレット堆肥の推定肥効率は窒素 8.7%、リン酸 94%、カリ 90%、肉用牛堆肥のそれは窒素 15%、リン酸 92%、カリ 90% となり、窒素が低いことから化学肥料窒素

(緩効性窒素肥料 CDU 尿素) で不足分を補いました。

メロン果実の収量および糖度の結果を図 1、養分吸収量と土壤養分量の増減に関する結果を表 9 に示しました。ペレット堆肥区におけるメロンの収量は化成肥料施用による標準施肥区と比べて同等で、しかも牛ふん K 区とも同等となりました。果実の内部品質である糖度は、標準施肥区とほぼ同等で、牛ふん堆肥 K 区よりは優る結果が得られました。

ペレット堆肥区の窒素、リン酸およびカリの吸収量は、収量と同様に、標準施用区および牛ふん堆肥 K 区と同等以上で、養分吸収も遜色ありませんでした。跡地土壌への養分蓄積はペレット堆肥区のカリでやや高くなりましたが、牛ふん堆肥 K 区よりは少ないでした。

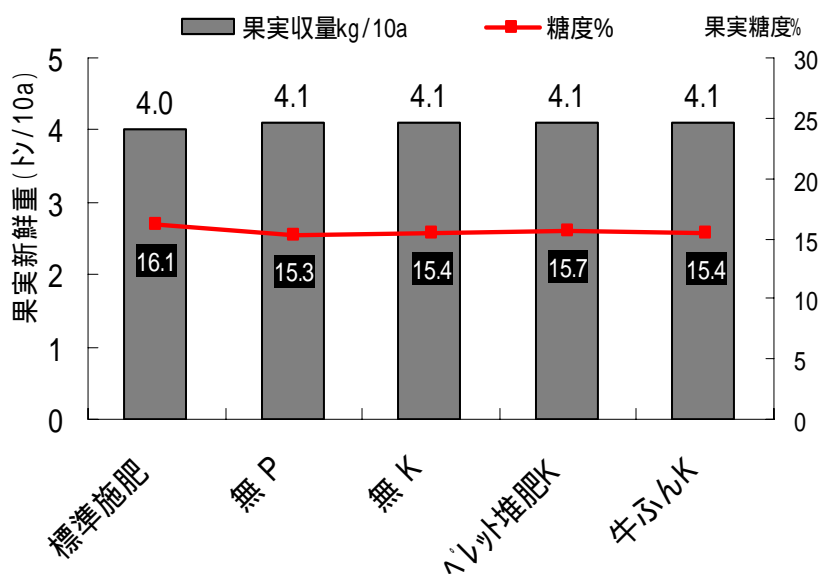


図 1 メロン果実の収量 (新鮮重) と糖度の結果

表 9 標準施肥区に対するメロンの収量および養分吸収量、土壌養分増減の比較

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	0.7	-3
無 P	102	102	101	100	102	-1.9	-1
無 K	103	97	94	94	92	0.2	-8
ペレット堆肥K	102	108	103	112	110	0.8	8
牛ふんK	103	101	100	106	108	1.8	18

(2) キャベツ栽培での検証

キャベツ栽培試験の処理区は標準施肥区、無リン酸区、無カリ区、ペレット堆肥 P 区、ペレット堆肥 K 区および牛ふん堆肥 K 区（参照区）です。キャベツの施肥基準量は 10a 当たり窒素 24kg、リン酸 20kg、カリ 20kg です。

標準施肥区、無リン酸区および無カリ区は化成肥料にて施肥しました。ペレット堆肥区は、豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰を乾物重で 1:1 混合・成型したペレット堆肥を用い、事前に分析・測定した窒素、リン酸、カリの肥効率に基づいてリン酸の基準量を満たす施用区（ペレット堆肥 P 区）とカリの基準量を満たす施用区（ペレット堆肥 K 区）を設けました。また、参照区とした牛ふん堆肥 K 区は肉用牛堆肥を用い、ペレット堆肥区と同様にカリの基準量を満たすように施用した区です。ちなみに、キャベツ栽培におけるペレット堆肥（現物）の施用量は 10a 当たり 240（P 区）～710kg（K 区）、牛ふん堆肥 K 区のそれは 1960kg です。さらに、ペレット堆肥の推定肥効率は窒素 8.7%、リン酸 90%、カリ 90%、肉用牛堆肥のそれは窒素 15%、リン酸 86%、カリ 90%となり、窒素が低いことから化学肥料窒素（硫安）で不足分を補いました。

キャベツの収量結果を図 2 に、規格分布の結果を図 3 に、養分吸収量と土壌養分量の増減に関する結果を表 10 に示しました。キャベツの収量は、標準区と比べてペレット堆肥 P 区、K 区ともに同等以上になりました。また、牛ふん堆肥 K 区ともほぼ同等でした。キャベツの規格分布の結果は、ペレット堆肥 P

区、K区ともに標準施肥区よりもL玉、2L玉の割合が高く、ペレット堆肥区の方が優品割合は上昇しました。ペレット堆肥区と牛ふん堆肥区の比較では差はありませんでした。

キャベツの窒素、リン酸およびカリの吸収量は、ペレット堆肥K区の窒素吸収が標準施肥区よりやや低かったものの、リン酸とカリは標準施用区と同等でした。また、ペレット堆肥区の養分吸収は牛ふん堆肥K区と比べて遜色ありませんでした。跡地土壌への養分蓄積は、標準施肥区と比べてペレット堆肥K区のカリがやや高くなりましたが、リン酸は同等でした。牛ふん堆肥K区よりは養分の蓄積は少ないでした。

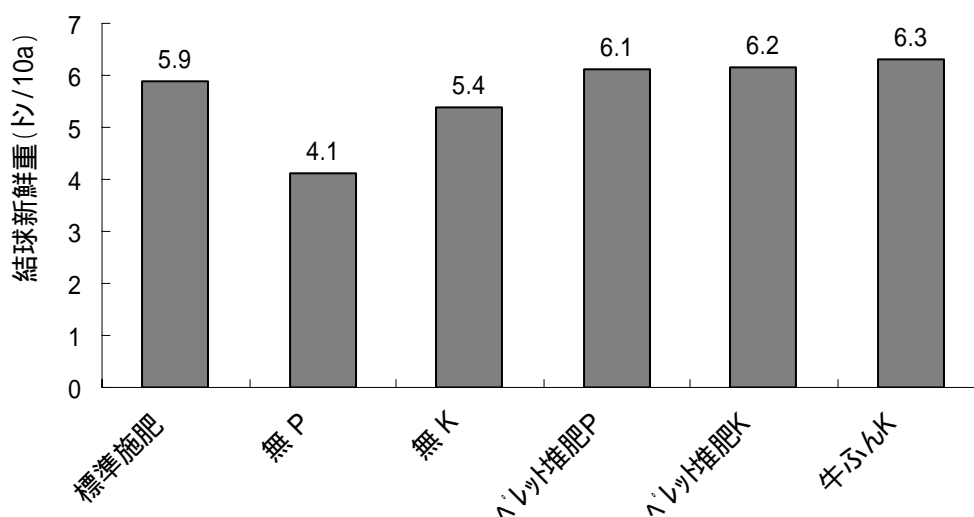


図2 キャベツ結球（新鮮重）の収量結果



キャベツの栽培試験の様子

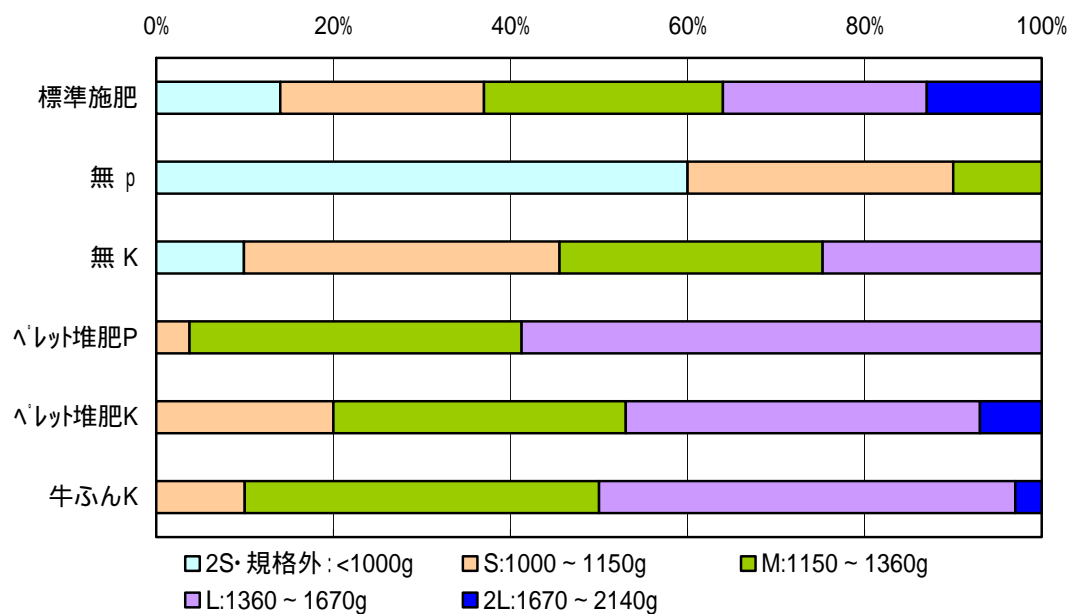


図3 収穫したキャベツの規格分布結果

表10 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
無 P	69	73	80	42	90	-1.0	-1
無 K	92	91	93	90	85	-0.1	-7
ハレット堆肥P	102	100	100	90	103	-0.9	-6
ハレット堆肥K	104	100	93	111	121	-0.1	8
牛ふんK	106	102	100	100	126	1.6	8

2) トマト栽培での検証

夏作のハウストマトの栽培試験は埼玉県久喜市にある埼玉県農林総合研究センター園芸研究所のビニールハウスで行いました。土壌は褐色低地土です。施肥量や栽培法および調査法は埼玉県作物別施肥基準に基づきました。

ハウストマト栽培試験の処理区は標準施肥区、無窒素区、無リン酸区、無カリ区、ペレット堆肥区、牛ふん堆肥リン酸補正区（参照区）です。トマトの施肥基準量は10a当たり窒素20kg、リン酸25kg、カリ20kgです。標準施肥区、無窒素区、無リン酸区および無カリ区は化成肥料にて施肥しました。ペレット堆肥区は、豚ふん堆肥と採卵鶏ふん燃焼灰を乾物重で1:1混合・成型したペレット堆肥を用い、事前に分析・測定した窒素、リン酸、カリの肥効率に基づいてカリの基準量を満たすように施用した区です。牛ふん堆肥リン酸補正区は乳用牛堆肥を用い、ペレット堆肥区と同様にカリの基準量を満たすように施用し、不足するリン酸を化成肥料で補う区です。ちなみに、ペレット堆肥（現物）の施用量は10a当たり290kg、牛ふん堆肥のそれは3014kgです。また、ペレット堆肥の推定肥効率は窒素8.7%、リン酸93%、カリ90%、乳用牛堆肥のそれは窒素6.5%、リン酸73%、カリ90%となり、窒素が低いことから化学肥料窒素（硫安）で不足分を補いました。

トマトの収量と上物率、果実糖度の結果を図4に、養分吸収量と土壌養分量の増減に関する結果を表11に示しました。トマトの収量および上物率（形がよく乱形果でないこと、着色がよく色むら、すじ腐れ、裂け、スリップスの刺し跡がないもの、1果重が100g~300gのもの）は、図4に示したように、標準施肥区に比べてペレット堆肥区、牛ふんP補正区ともに同等以上になりました。また、トマトの糖度はペレット堆肥区、牛ふんP補正区ともに標準施肥区と同等でした。

トマトの窒素、リン酸およびカリの吸収量は、ペレット堆肥区および牛ふん堆肥P補正区では窒素吸収が標準施肥区よりやや低かったものの、リン酸とカリは標準施肥区と同等以上でした。このように養分吸収も標準施肥区と遜色ありませんでした。跡地土壌への養分蓄積はペレット堆肥区および牛ふん堆肥P補正区のカリでやや高くなりましたが、リン酸では標準施肥区より少なくなりました。

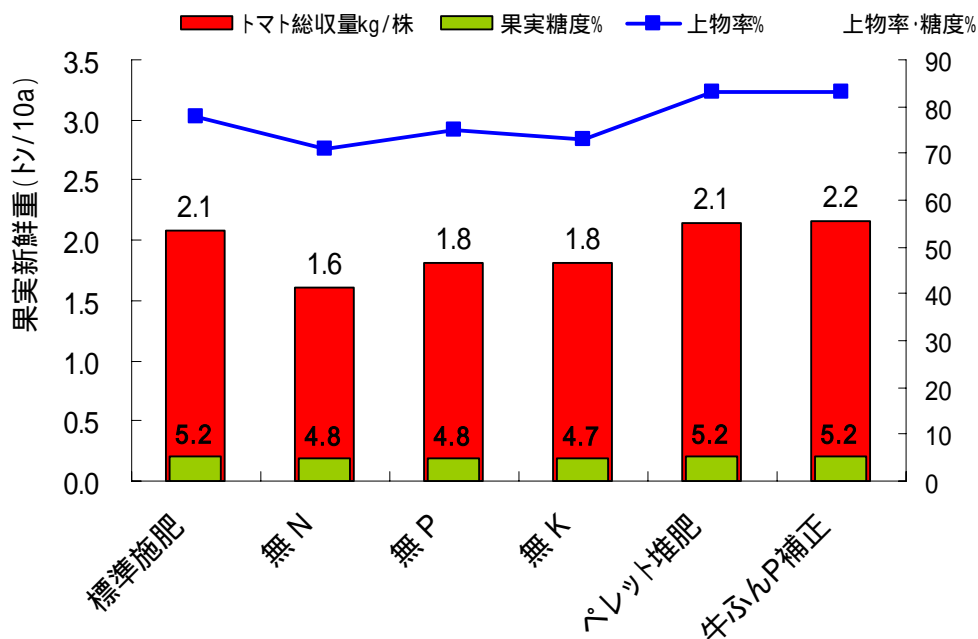


図4 トマトの総収量と上物率および果実糖度%の結果

表11 標準施肥区に対するトマトの収量および養分吸収量、土壌養分増減の比較

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	6.6	-16
無N	77	71	72	77	75	6.0	-12
無P	88	82	76	70	75	-4.6	-20
無K	88	82	79	79	77	-7.6	-20
ペレット堆肥	100	101	94	106	111	-0.7	-1
牛ふんP補正	103	106	92	105	119	-9.4	0

以上の結果から、ペレット堆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、キャベツおよびトマトでは標準施肥区と同等の収量・品質が得られ、養分吸収および土壌養分の蓄積にも大きな問題は認められませんでした。

このことから、ペレット堆肥のリン酸およびカリの肥効は、黒ボク土におけるメロンおよびキャベツ栽培、褐色低地土におけるトマト栽培において想定通り発揮され、有効なことが検証されました。



トマトの栽培試験の様子

高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業推進委員会委員名簿

安西 徹郎 全国農業協同組合連合会 営農・技術センター
肥料研究室施肥コスト抑制対策室技術主管

石橋 英二 岡山県農林水産総合センター農業研究所副所長

伊藤 豊彰 東北大学大学院農学研究科
附属複合生態フィールド教育研究センター准教授

加藤 直人 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター土壌肥料研究領域長

原田 靖生 社団法人日本土壌肥料学会常務理事

薬師堂謙一 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
バイオマス研究統括コーディネータ
中央農業総合研究センター
バイオマスエネルギープロジェクトチームプロジェクトリーダー

: 座長

高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業

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

平成25年3月1日発行

発行 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2階
TEL : 03-3459-6300 FAX : 03-3459-6315

編集および連絡先 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 : <http://www.chikusan-kankyo.jp/>