農研機構



牛ふんを活用したペレット堆肥の低コスト製造と利用拡大マニュアル

― 乾燥・前処理工程の改善と指定混合肥料の開発 ―

農林水産省スマート農業実証プロジェクト
（令和4～6年度）

令和8年 10月

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター

ペレット堆肥効率化コンソーシアム

農研機構(九州沖縄農業研究センター、畜産研究部門)、菊池地域農業協同組合、
NPO 法人九州バイオマスフォーラム、東京大学、片倉コープアグリ(株)、
(株) Kalm 角山、(有) ワイズランド、熊本県、酪農学園大学、
(株)バイオマスソリューションズ、eneco(株)、(農)合志バイオ X

目次

牛ふんを活用したペレット堆肥の低コスト製造と利用拡大

－乾燥・前処理工程の改善と指定混合肥料の開発－

はじめに　・・・　1ページ

1章　RPFボイラーを利用した堆肥などの地域バイオマス
乾燥・水分調整システムの開発・実証
・・・　5ページ

2章　堆肥攪拌機による乾燥工程の水分モニタリング
・・・　8ページ

3章　低コスト前処理技術の開発と実証
・・・　10ページ

4章　開発技術導入によるペレット製造能力および製造コスト
・・・　14ページ

5章　指定混合肥料の開発と農家栽培実証
・・・　16ページ

実施体制・執筆担当者、謝辞、お問い合わせ先
・・・　19ページ

はじめに

ペレット堆肥製造の背景

近年、畜産経営の大規模化や地域的な偏在化の進展に伴い、家畜ふん堆肥の発生量は地域間で大きな偏りが生じています。特に畜産集積地域では堆肥の供給過剰が課題となっており、持続的な資源循環を実現するためには、地域内での利用促進に加え、広域流通を可能とする仕組みの構築が求められています。

家畜ふん堆肥の広域利用を促進する有効な手段の一つがペレット化です。堆肥をペレット化することで、体積の縮減やハンドリング性の向上が図られ、輸送・保管の効率化が可能となります。また、ブロードキャスターやライムソワーなどの汎用散布機による機械散布が可能となるため、散布作業の省力化や利用範囲の拡大が期待されます。一方で、ペレット堆肥の製造には乾燥、水分調整、粉砕および異物除去などの前処理工程が必要であり、設備費やエネルギー費の負担が大きいことが課題となっています。

このような課題を解決するため、農林水産省スマート農業実証プロジェクト(ペレット堆肥活用促進のための技術開発・実証)で乾燥・水分調整技術、前処理技術および指定混合肥料(5章参照)の開発に取り組みました。本マニュアルでは、これらの成果を取りまとめ、導入・運用の参考となるよう整理しました。本マニュアルは、家畜ふん堆肥のペレット化や利用拡大に取り組む堆肥センター等の実務担当者を中心に、ペレット製造設備の導入を検討する関係者や、ペレット堆肥・指定混合肥料の利用に関わる関係者を主な読者として想定しています。

ペレット堆肥とは

ペレット堆肥(図1)とは、牛ふん、豚ふん、鶏ふんなどの家畜ふん尿を堆肥化した後、機械によって圧縮・成形した肥料です。通常の堆肥と比較して取扱性に優れ、輸送や保管、散布の効率化が可能であることから、家畜ふん資源の広域利用を促進する有効な手段として期待されています。

【特徴①】輸送性に優れる

ペレット堆肥は水分が低く、体積や重量が小さいため、通常の堆肥に比べて輸送効率が向上します。堆肥需要の高い地域への広域輸送が容易となり、家畜ふん資源の有効利用につながります。

【特徴②】保管性に優れる

堆肥を圧縮して製造するため、保管に必要な容積を大幅に削減できます。一般的な堆肥と比較して保管スペースを約半分に抑えることができ、施設利用の効率化にも寄与します。



図1　ペレット堆肥

【特徴③】品質が均一である

製造工程において粉砕、異物除去および成形を行うことで、成分や粒径のばらつきが小さくなります。また、仕上げ乾燥によってカビの発生を抑制できるため、品質を安定的に維持することが可能です。

【特徴④】散布作業の省力化が可能

粒径が均一で流動性に優れることから、ブロードキャスターやライムソワーなどの汎用散布機による機械散布が可能です。そのため、大型機械が入りにくい中山間地域や小規模農地においても効率的に利用できます。

【課題】製造コストが高い

ペレット堆肥の製造には、通常の堆肥化工程に加えて、乾燥、水分調整、粉砕および異物除去などの前処理工程が必要です。そのため、設備費やエネルギー費の負担が大きく、通常の堆肥に比べて製造コストが高くなる傾向があります。

ペレット堆肥の製造工程(一般的な工程)

堆肥からペレットを製造する従来の一般的な工程を図 2(4 ページに掲載)に示します。なお、本マニュアルで紹介する開発技術の適用箇所を図 7(4 ページに掲載)に示します。ペレット堆肥の製造工程は、「堆肥化工程」、「前処理工程」、「成形工程」および「出荷準備工程」の 4 つに大別されます。以下に、本マニュアルで紹介する技術の実証試験を行った堆肥センターにおける主な設備および処理方法を示します。

【堆肥化工程】家畜ふんを発酵させ、有機物の分解を進めることで、病原菌や雑草種子の少ない農地利用に適した堆肥を製造する工程です。

① 一次発酵

家畜ふん尿等の有機物を微生物の働きによって分解し、発酵により生じる高温で病原菌や雑草種子を死滅させる工程です。発酵温度は通常 60～70℃程度まで上昇します。堆積型の堆肥化では、1 週間ごとに切り返しを行いながら約 4 週間処理し、堆肥全体を 60℃以上で 3 日間以上維持することで衛生的な堆肥を製造します。実証施設では、強制通気式堆積型発酵槽(堆積した堆肥に送風し、発酵を促進する発酵槽)を用いて一次発酵を行い、1 週間ごとにホイールローダーで切り返しを実施しています。

② 二次発酵

一次発酵後の堆肥について、有機物の分解と熟成をさらに進め、堆肥を安定化させる工程です。未分解有機物やアンモニアの減少を促し、農地で安全に利用できる安定した堆肥へと仕上げます。実証施設では、ロータリー攪拌式発酵槽を用いて二次発酵を行っています。堆肥化工程全体に要する期間は約 2～3 か月です。



図 3　堆肥の一次乾燥設備

【前処理工程】ペレット成形に適した原料とするため、水分調整、調整混合、異物除去および粉砕を行う工程です。

① 一次乾燥・水分調整

堆肥をペレット成形に適した水分(25～30%)まで乾燥します。実証施設では、乾燥ハウス内での天日乾燥に加え、ロータリー攪拌装置および天井吊り下げ式送風機を利用して乾燥を行っています(図 3)。

② 調整混合(必要な場合)

牛ふん堆肥や鶏ふん堆肥などを混合し、原料を均一化します。実証施設では、必要に応じて縦型ミキサーで混合します。

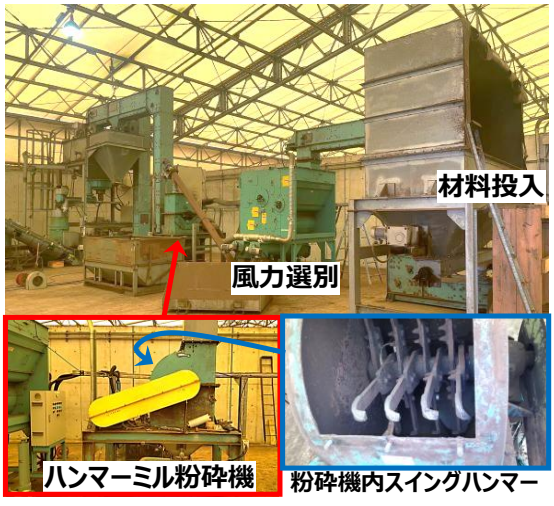


図 4　成形前処理の異物除去と粉砕処理

③　異物除去
石や金属類などを除去し、成形機の摩耗や故障を防止します。実証施設では、風力選別機を用いて異物を除去します。

④　粉砕
原料を粒径 3㎜ 以下まで粉砕し、ペレット成形に適した状態に調整します。実証施設では、ハンマーミル式粉砕機で粉砕します（図 4)。

【ペレット成形工程】発酵が進んだ堆肥をペレット状に成形する工程です。

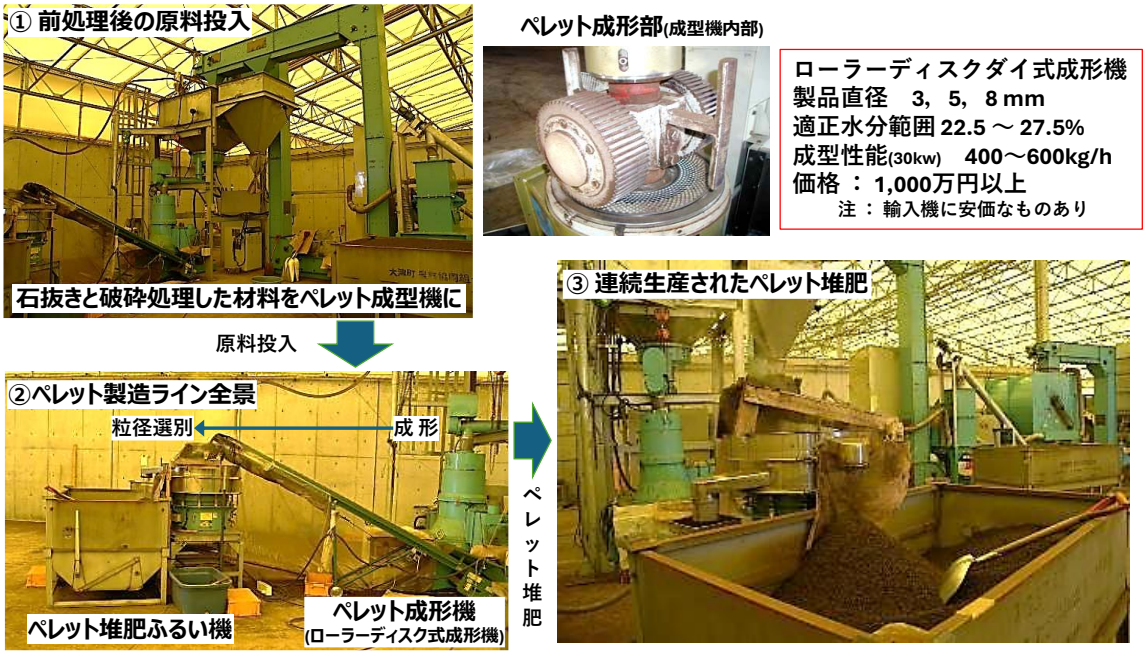


図 5　ペレット成形工程の概要と生産されたペレット堆肥

①　ペレット成形
ペレット成形機を用いて、堆肥を直径 3㎜、5㎜、8㎜ のペレットに成形します。実証施設では、前処理後の原料(水分約 25%)をローラーディスクダイ式成形機に供給してペレットに成形し、成形後はふるい機で粒径選別を行います(図 5)。

②　仕上げ乾燥
成形したペレットを乾燥し水分を 15%以下にすることで、カビの発生を防止するとともに製品強度を高めます。実証施設では、乾燥ハウス内で穀物コンテナを利用した通風乾燥を行います(図 6)。約 1 週間かけて水分を 10～15%まで低下させます。



図 6 穀物乾燥用コンテナを使った通風乾燥

【出荷準備】乾燥したペレット堆肥を包装し、出荷可能な状態にする工程です。実証施設では、袋詰め機での包装、大量出荷時はフレコンバッグへの充填を行います。

このように、ペレット堆肥は堆肥化から包装までの各工程を経て製造されます。適切に管理することで品質の安定化と製造効率の向上が期待できる反面、製造コストの増加が課題となります。

本マニュアルでは、ペレット堆肥の製造コスト低減と生産能力向上を目的として開発された技術を紹介します。図２および図７を対比することで、一般的な製造工程と開発技術の適用箇所を確認できます。各開発技術の詳細は図中に示した該当章を参照してください。

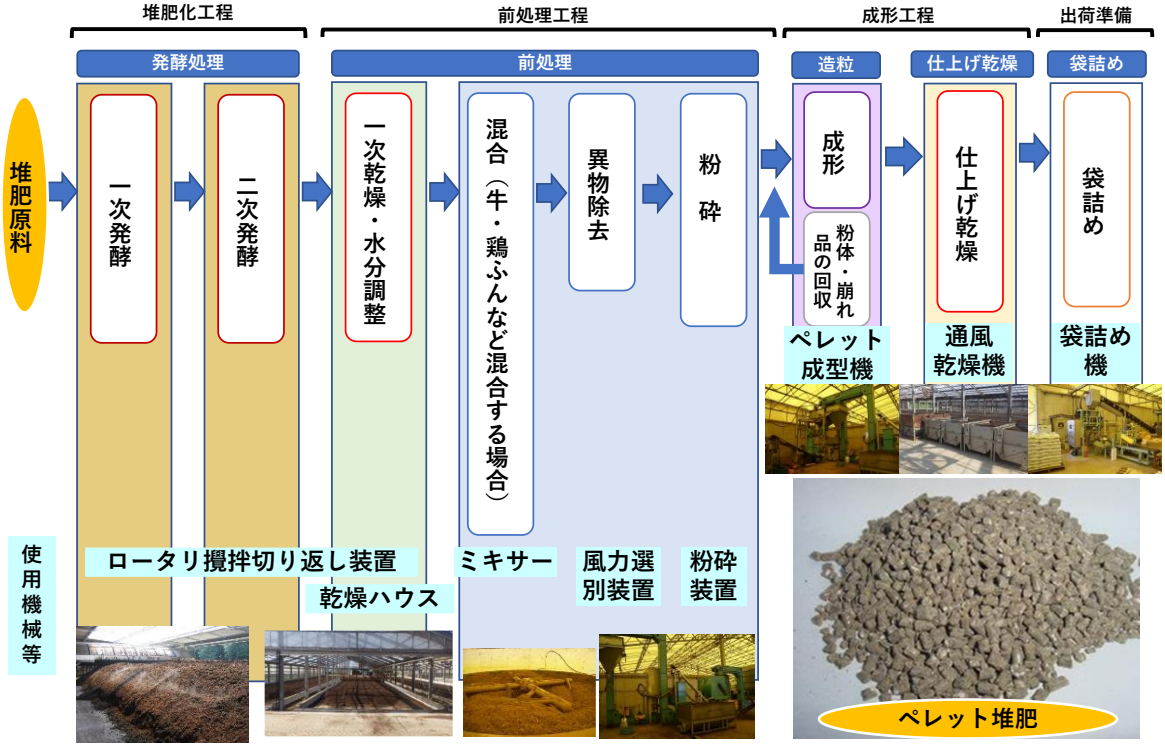


図２　従来の一般的なペレット製造工程

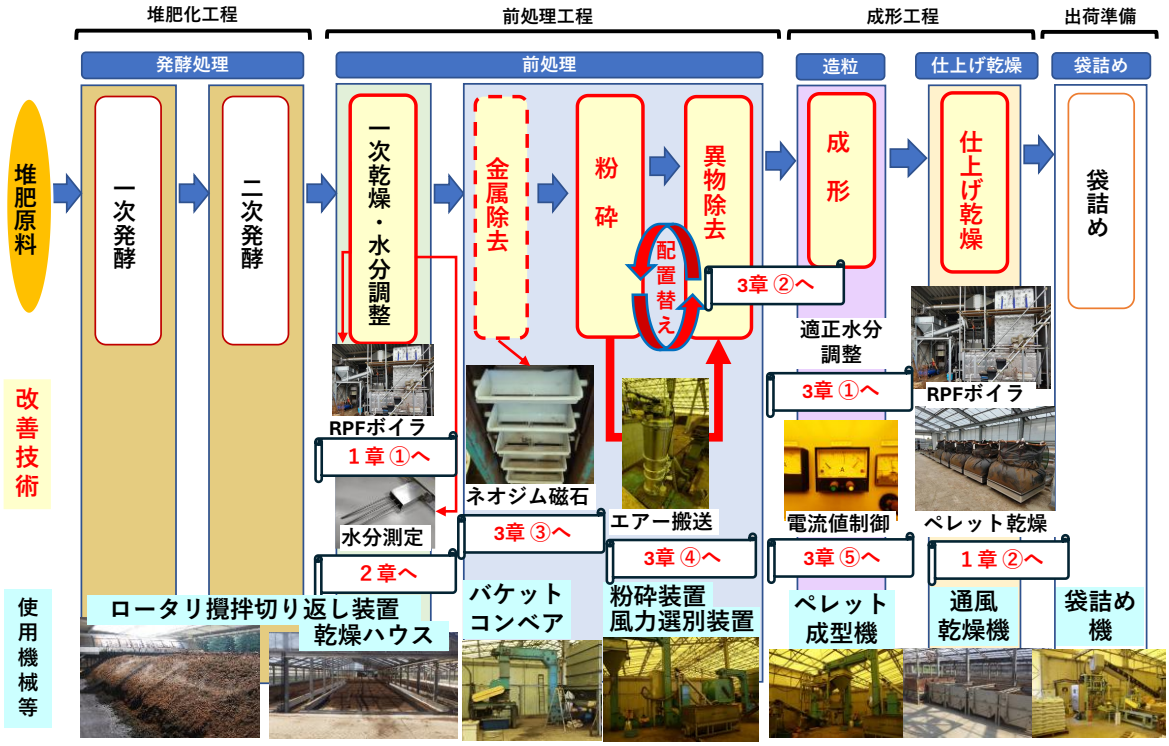


図７　本マニュアルで紹介する開発技術の適用箇所

１章　RPF ボイラーを利用した堆肥などの地域バイオマス乾燥・水分調整システムの開発・実証

乾燥・水分調整システム開発の背景

従来の堆肥乾燥では天日乾燥が広く利用されていますが、乾燥能力が低く、乾燥期間の長期化や大規模な乾燥ハウスの整備が必要となるため、設備コストが高くなるという課題があります。一方、火力乾燥は乾燥時間を短縮できる反面、燃料価格の高騰により運転コストの増加が問題となっています。そこで、再利用が困難な廃プラスチックや古紙を原料とするRPF(Refuse Paper & Plastic Fuel)燃料を活用し、堆肥およびペレットを低コストで乾燥できるシステムを開発しました。

乾燥・水分調整システムの概要

① システム構成

本システムは、RPF ボイラーおよび 10t 貯湯タンクで構成されます。RPF ボイラーで製造した温水を熱源とし、ラジエーター式放熱器から供給される温風によって堆肥およびペレットを乾燥する仕組みです(図 1-1)。

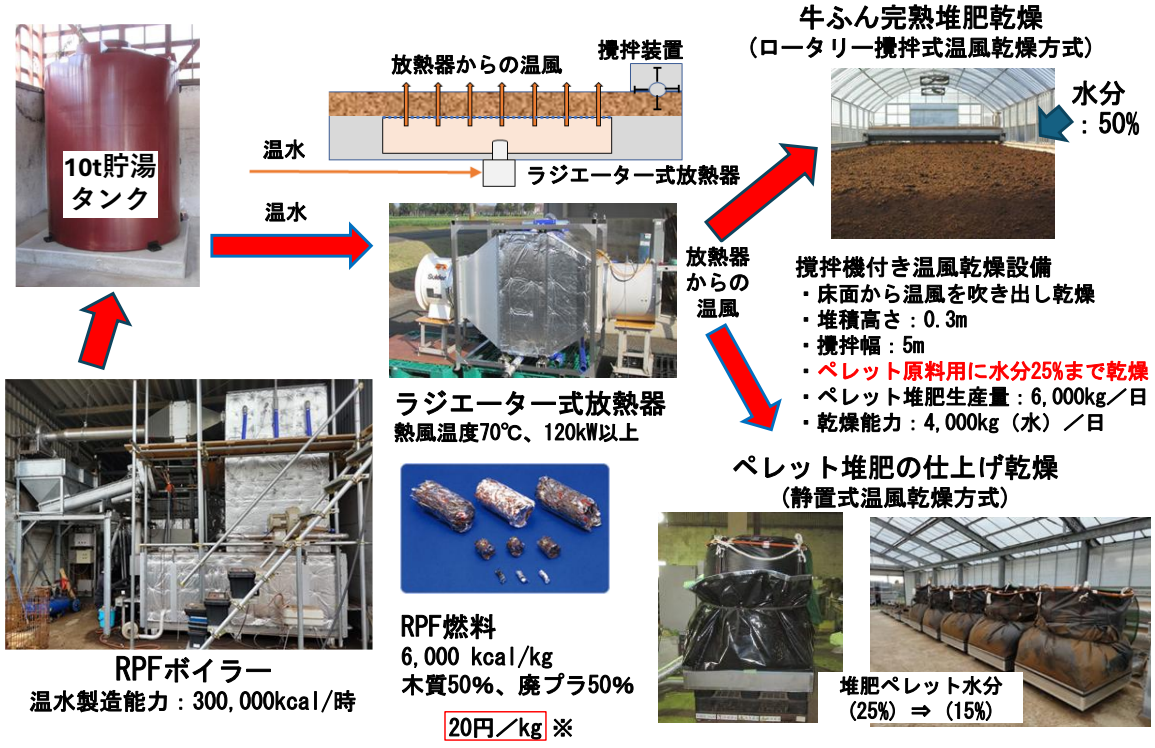


図 1-1　RPF ボイラーによる堆肥、ペレット堆肥の乾燥システムの概要
※RPF 燃料価格は 2024 年度実績。価格は調達時期等により変動する。

RPF ボイラーの燃焼能力は 464kW(40 万 kcal/h)、温水製造能力は 350kW(30 万 kcal/h)であり、効率的な熱供給が可能です。図 1-2 に RPF 燃料がボイラー内で燃焼している状況を示し

ます。乾燥方式は、堆肥乾燥にはロータリー攪拌式温風乾燥方式を、ペレット乾燥には静置式温風乾燥方式を採用しました。本プロジェクトで使用した RPF ボイラーは研究開発段階であり、市販化されていません。ただし、本マニュアルで紹介する乾燥方式や設計上の考え方は、乾燥規模や施設条件に応じた市販設備の選定や導入を検討する際の参考となります。



図 1-2　RPF ボイラーの燃焼状況

② 堆肥乾燥設備

牛ふん堆肥の乾燥試験結果を基に、ロータリー攪拌機と温風乾燥を組み合わせた堆肥乾燥設備を開発しました(図 1-3)。

牛ふん堆肥は微細粒子が多く通気抵抗が大きいため、堆積高さが低いと堆肥が飛散しやすくなる一方、堆積高さが高いと乾燥効率が低下することから、乾燥試験結果に基づき堆積高さを 30cm に設定しました。また、乾燥エリアの床面には、微細な堆肥が下部へ落下しにくいルーバーパンチングメタルを採用しました。本設備では、乾燥試験結果に基づき設定した温風温度 70℃の温風を堆肥層下部から供給することにより、水分 50%の堆肥を約 6 時間でペレット成形に適した水分 25%～30%まで乾燥できます。

③ ペレット堆肥の乾燥

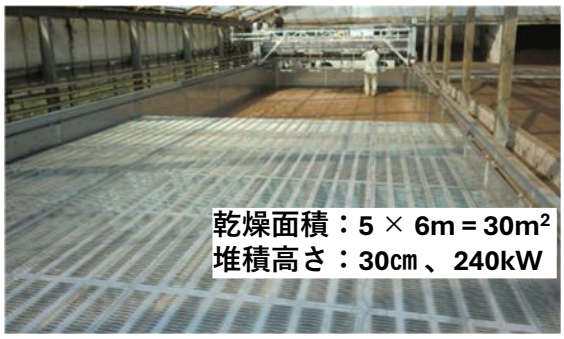


図 1-3　堆肥乾燥設備の全景

成形後のペレットは、従来の穀物乾燥用コンテナを利用した通風乾燥方式に代えて、乾燥能力の高い静置式温風乾燥方式によって乾燥します。ペレット堆肥は、容量 1m³のメッシュ構造を有する堆肥製造用フレキシブルコンテナバッグ(タヒロンバッグ、田中産業株式会社)の側面を耐熱ターポリンシートに張り替えた専用の通風式フレコンバッグに充填します。乾燥時には乾燥台に設置し、ラジエーター式放熱器から供給される温風を通風することで効率的に乾燥します(図 1-4)。温風温度 70℃で乾燥を行った結果、初期水分 30%のペレット堆肥を約 10 時間で製品水分である 10%まで乾燥できることを確認しました(図 1-5)。



図 1-4　ペレット堆肥の乾燥状況

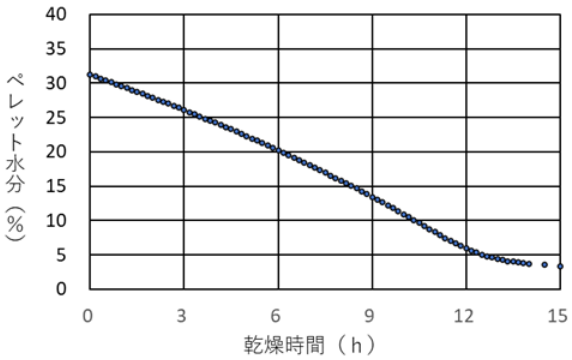


図 1-5　ペレット堆肥の乾燥特性

導入による効果

乾燥・水分調整システムの導入により、天候の影響を受けることなく、年間を通じて安定した堆肥およびペレットの乾燥が可能となりました。また、従来の天日乾燥方式と比較して乾燥期間を短縮できるため、一次乾燥に必要な面積を大幅に縮小できます。さらに、RPF 燃料を熱源として利用することで燃料コストを抑制しながら安定した乾燥を実現できるため、ペレット堆肥の製造コスト低減と安定生産に大きく貢献します。

導入のポイント

- 乾燥規模や施設条件に応じて、熱源および乾燥設備を選定する。
- 堆肥乾燥にはロータリー攪拌式温風乾燥方式を採用する。
- ペレット乾燥には静置式温風乾燥方式を採用する。
- ペレット成形前の堆肥水分を 25～30%に調整できる乾燥能力を確保する

運用上の注意点

- 一次乾燥時の堆肥水分が 20%以下になると、吹き抜けにより乾燥効率が低下する場合がある。
- 牛ふん堆肥を乾燥する場合は、堆積高さを 30cm 程度とする。
- 一次乾燥時の温風温度は 70℃程度を目安とする。
- 温風乾燥設備の放熱器や送風設備は、粉じん等による目詰まりが生じると乾燥能力が低下するため、目詰まりの有無を確認する。
- RPF ボイラーの運転時は、適正な燃焼状態が維持されていることを確認する。
- ペレット乾燥時は、振動ふるい機等で未成形の細粒分を除去し、通気抵抗の増加を防ぐ。
- ペレットは仕上げ乾燥後の水分を 15%以下とし、乾燥不足によるカビ発生や品質低下を防止する。
- RPF ボイラーの設置に当たっては、自治体ごとの環境規制や排ガス測定義務を事前に確認する。

２章　堆肥攪拌機による乾燥工程の水分モニタリング

開発システムの概要

ペレット成形に適した堆肥水分の範囲は狭く、水分が高過ぎても低過ぎても成形不良や生産性の低下を招く原因となります。そのため、一次乾燥工程における堆肥水分を適切に管理することが重要です。そこで、堆肥乾燥工程中の水分を攪拌作業時に計測し、その結果を可視化できる水分モニタリングシステムを開発しました。本システムでは、堆肥攪拌時に取得した水分データを水分マップとして可視化できるため、乾燥状態を把握しながら効率的な水分調整が可能となります。

水分モニタリング装置

堆肥攪拌機に接触式水分センサー(以下「水分センサー」)(図 2-1)を取り付け、攪拌作業と同時に堆肥水分を連続測定できる構造としました(図 2-2、図 2-3)。測定時には、堆肥の堆積高さを 30cm 程度とし、水分センサーを堆積表面から深さ 20cm 程度の位置に設置します。堆積高さが不足すると水分センサーが十分に堆肥へ埋没せず測定誤差が大きくなるため、水分センサー周辺の堆肥表面を鎮圧機で均平らにして測定します。一方、計測終了後に攪拌機



図 2-1　接触式水分センサー

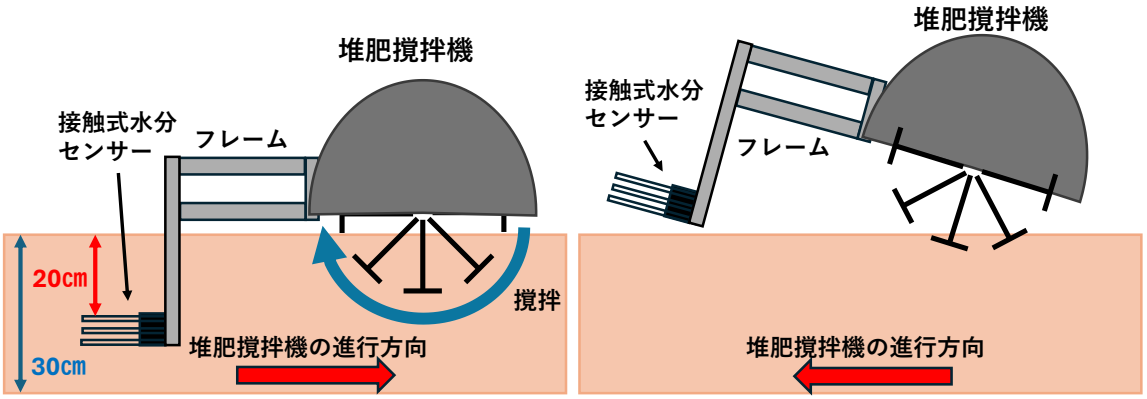


図 2-2　堆肥攪拌機と接触式水分センサーの移動模式図
(左)攪拌・測定時、(右)スタート位置への戻り時

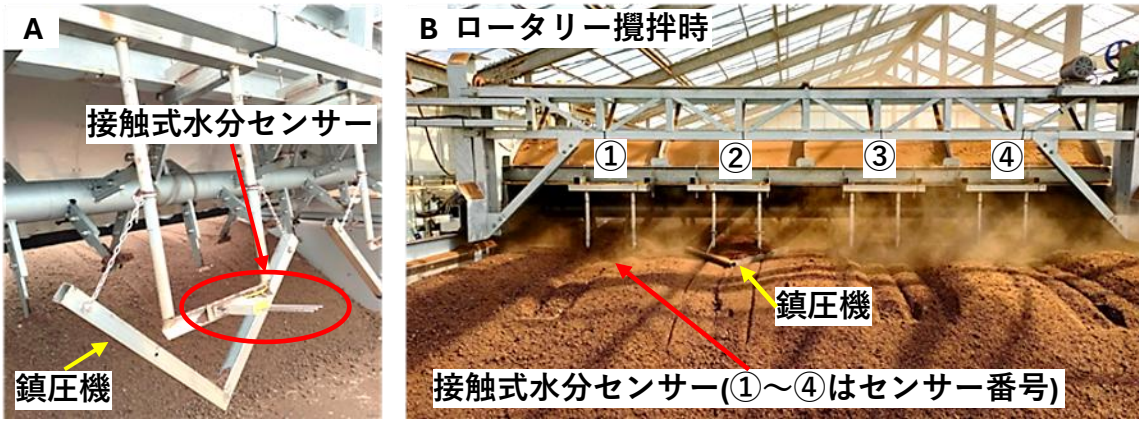


図 2-3　接触式水分センサーと鎮圧機の設置状況
(A) 接触式水分センサーと鎮圧機　(B)　攪拌作業時の水分センサーの設置状況

がスタート位置へ戻る際には、水分センサーが堆肥表面から露出した状態で移動するため、不要なデータの取得を防止するとともに、水分センサーの破損を防止できます。

水分マップ表示アプリ

測定した水分データは、Web ブラウザ上で水分マップとして表示されます。水分状態が色分けされて表示されるため、乾燥ムラや水分分布を視覚的に把握することができます(図 2-4)。また、水分マップは攪拌作業時に取得したデータをスマートフォンやパソコンで確認できます。乾燥ムラや投入口側・排出口側の堆肥水分を確認し、乾燥の進行状況に応じてボイラー出力や攪拌回数を調整します。乾燥終了の判断には、堆肥水分だけでなく、ペレットの成形状況や製品品質も併せて確認します。

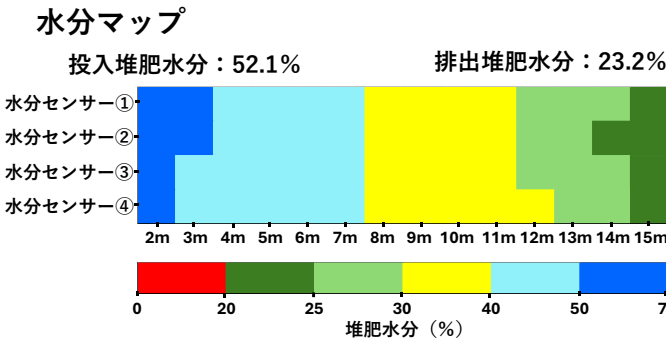


図 2-4　水分モニタリングシステムによる
水分マップ表示例
横軸：堆肥投入口からの距離
縦軸：撹拌機の幅方向に配置した水分センサー位置
色は堆肥水分(青は高水分、赤は低水分)

導入コスト

本システムの材料費は約 50 万円(2024 年時点)です。なお、この金額にはステンレス部材の加工費およびプログラム開発費は含まれていません。本システムは研究開発段階の技術であり、設計図等は公開していません。詳細は、本マニュアル末尾の問い合わせ先までご連絡ください。

導入による効果

本システムを導入することで、乾燥工程における過乾燥や未乾燥を防止し、ペレット成形に適した堆肥水分を効率的に管理することが可能となりました。水分マップにより乾燥施設内の水分分布を把握し、水分の高い場所を重点的に攪拌するとともに、ボイラー出力や攪拌頻度を調整できるため、乾燥ムラの低減と品質の安定化につながります。その結果、ペレット成形工程の安定稼働が可能となり、製品品質の向上と製造効率の改善に寄与します。

導入のポイント

- 堆肥攪拌機に接触式水分センサーを設置し、攪拌作業と同時に堆肥水分を測定できる構成とする。
- 測定データを水分マップとして表示・確認できる環境を整備する。

運用上の注意点

- 接触式水分センサーが常に堆肥内部を測定できるよう、堆積高さおよびセンサー位置を適切に管理する

３章　低コスト前処理技術の開発と実証

低コスト前処理技術開発の背景

実証試験を行った堆肥センターでは、異物除去工程でペレット原料として利用可能な堆肥の塊まで除去されており、処理能力や歩留まりの低下が課題となっていました。そこで、前処理工程を見直し、年間 600t 規模のペレット生産を可能とする低コスト前処理技術を開発・実証しました。

ペレット堆肥製造の前処理工程の改良とその効果

製造能力の向上と製造コストの低減を図るため、①堆肥水分の最適化、②粉砕・異物除去工程の見直し、③成形機制御の改善、④搬送方式の改善、⑤金属類混入対策を実施しました。

①　ペレット成形の堆肥水分の最適化

ペレット成形に適した水分は 25～30%です。堆肥水分が低過ぎると成形崩れや生産量低下の原因となる一方、高過ぎると成形機内部での詰まりや成形不良が発生する場合があります。堆肥センターでは季節や貯留期間によって水分が 25%以下となる場合があり、成形崩れや生産量低下の原因となっていました。そこで、成形前に堆肥水分を測定し、水分 29%に調整しました。

【効果】堆肥水分を 29%に調整することで、成形崩れ割合は 23.4%から 8.3%に低減するとともに、ペレット製造速度は 374kg/h から 522kg/h、歩留まり（良品ペレット割合）は 77%から 92%に向上しました。その結果、生産量（出荷時水分 15%換算）は 2,445kg/日から 3,243kg/日へ向上しました（表 3-1）。

表 3-1　堆肥水分最適化および前処理工程改善によるペレット製造への効果

項目	技術導入前	堆肥水分最適化後	前処理工程改善後
水分（%）	22	29	29
ペレット製造速度（kg/h）	374	522	786
歩留まり（%）	77	92	98
成形崩れ割合（%）	23	8	3
生産量（kg/日） （出荷時水分15%換算）	2,661(2,445)	3,883(3,243)	5,774(4,886)※

※前処理工程改善後の生産量は推定値であり、堆肥水分最適化後の生産量にペレット製造速度の向上割合(786/522)を乗じて算出した。

②　粉砕工程と異物除去工程の順序変更

ペレット成形に先立つ前処理工程のうち、異物除去工程と粉砕工程は、従来「異物除去工程→粉砕工程」の順で行われていました。しかし、この工程順では異物除去の段階で、ペレットに利用可能な塊状堆肥まで除去されて原料損失が生じる課題がありました。そこで、原料の歩留まりを向上させるために異物除去工程と粉砕工程の順を入れ替える機器配置に変更、前処理工程を最適化しました（図 3-1）。

【効果】機器配置を「異物除去工程→粉砕工程」から「粉砕工程→異物除去工程」へ変更した結果、ペレット原料として利用可能な塊状堆肥の損失を低減することができました。また、

ペレット製造速度は 522kg/h から 786kg/h へ向上し、歩留まりは 92%から 98%に改善するとともに、成形崩れ割合は 8.3%から 2.5%に低減しました。この結果、生産量(出荷時水分 15%換算)は 4,886kg/日と推定されました(表 3-1)。一方、この変更により従来は風力選別機で除去されていた金属類が粉砕機へ混入するようになったため、故障や摩耗を防止する観点から金属類の除去が必要となりました。

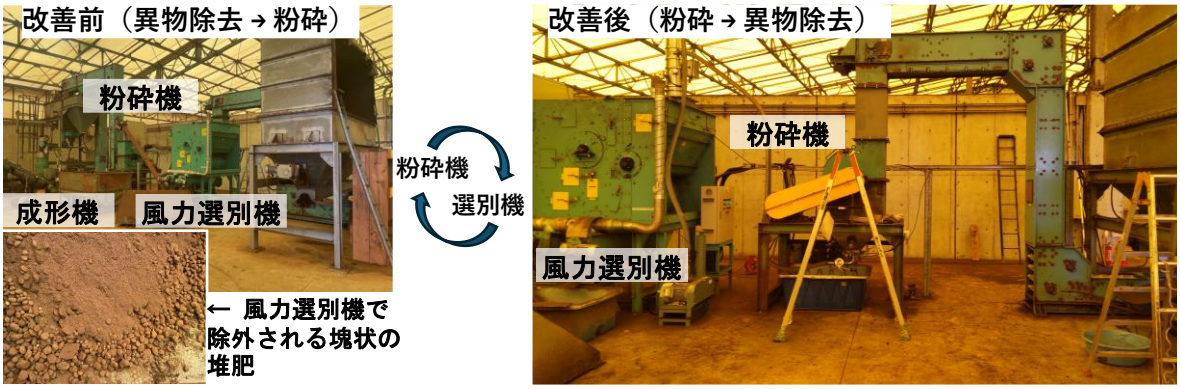


図 3-1　ペレット製造の前処理工程の最適化(選別機と粉砕機配置変更)

③ 前処理工程改良後の粉砕機への金属類の混入対策

工程変更後、畜舎由来の金属類(蝶番、ステー、ボルトなど)が粉砕機へ混入するようになった(図 3-2)ため、バケットコンベアへネオジム磁石(吸着力 45.9kgf)を設置しました(図 3-3)。図 3-2 の赤矢印で示した位置で金属類を磁石により除去し、図 3-3 の赤丸で示した位置で回収します。

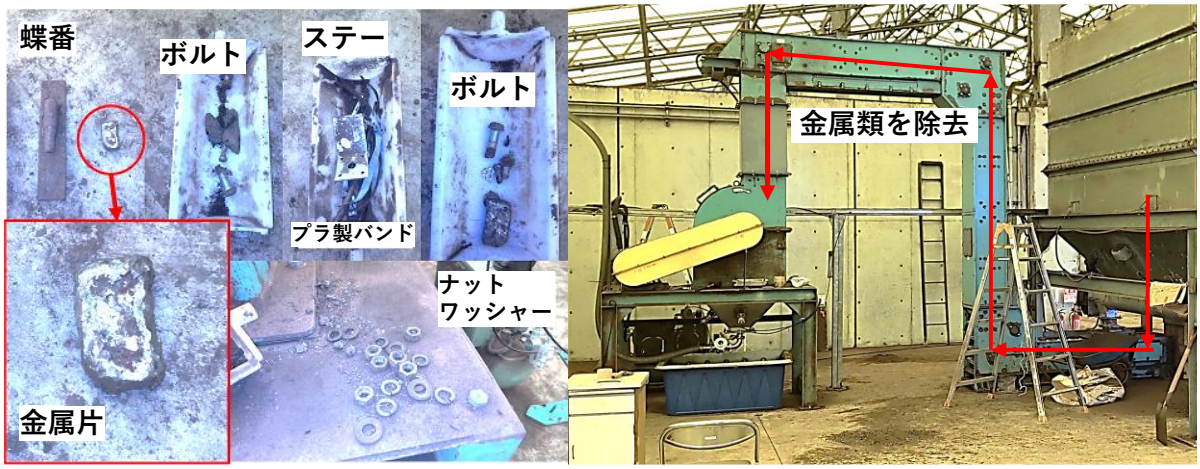


図 3-2　前処理工程における金属類混入と除去箇所



図 3-3　ネオジム磁石を用いた金属類の回収箇所

【効果】金属類を除去することで、粉砕機への金属類混入を防止できるようになりました。また、粉砕機の故障リスク低減や設備修繕費の削減につながりました。

④ エアー搬送による原料供給能力の向上

粉砕後の堆肥の搬送効率を高めるため、搬送設備をベルトコンベアからエアー搬送(バキュームコンベア)へ変更しました(図 3-4)。エアー搬送機は、圧縮空気をエジェクターポンプに通すことで装置内を真空状態にし、ホースなどの配管内に堆肥原料(図 3-4「エアー搬送の原理」赤矢印)を吸引します。その後、吸引を停止して排出弁を開放することで、堆肥原料を落下させて搬送します。

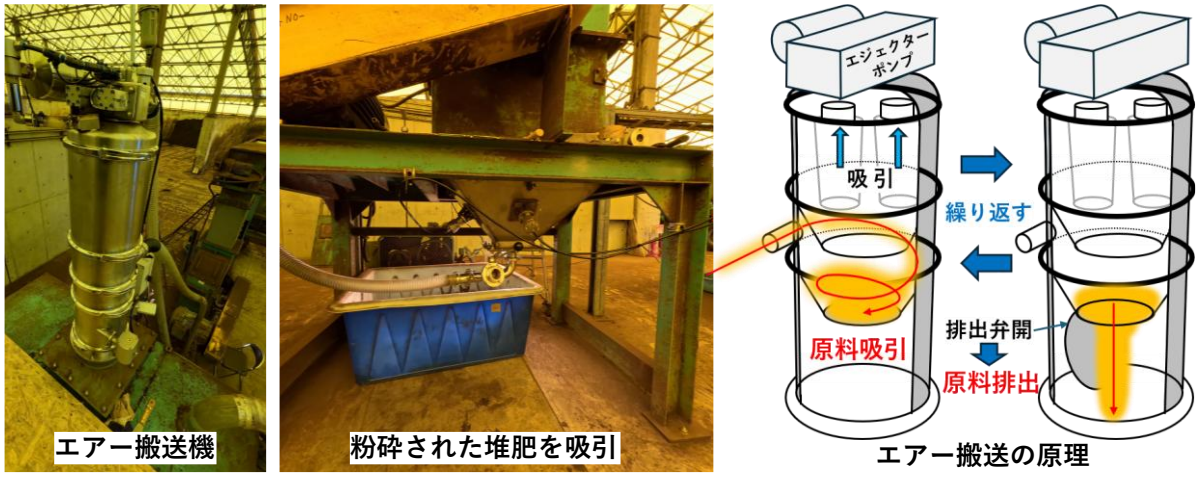


図 3-4　ペレット原料供給の加速化のためエアー搬送とその原理

【効果】材料供給量は約 50%増加し、1.2t/h 以上の供給が可能となりました。また、粉じんの飛散防止や作業環境の改善にもつながりました。

⑤ 成形機の電流値制御による生産性向上

ペレット成形機では、原料供給量が少ないと成形不良、多いと機械停止が発生します。これまでは、堆肥水分の違いに応じて、オペレーターの経験により供給量を調整していました。そこで、成形機の消費電流値を指標として原料供給量を自動制御する方式へ改良しました

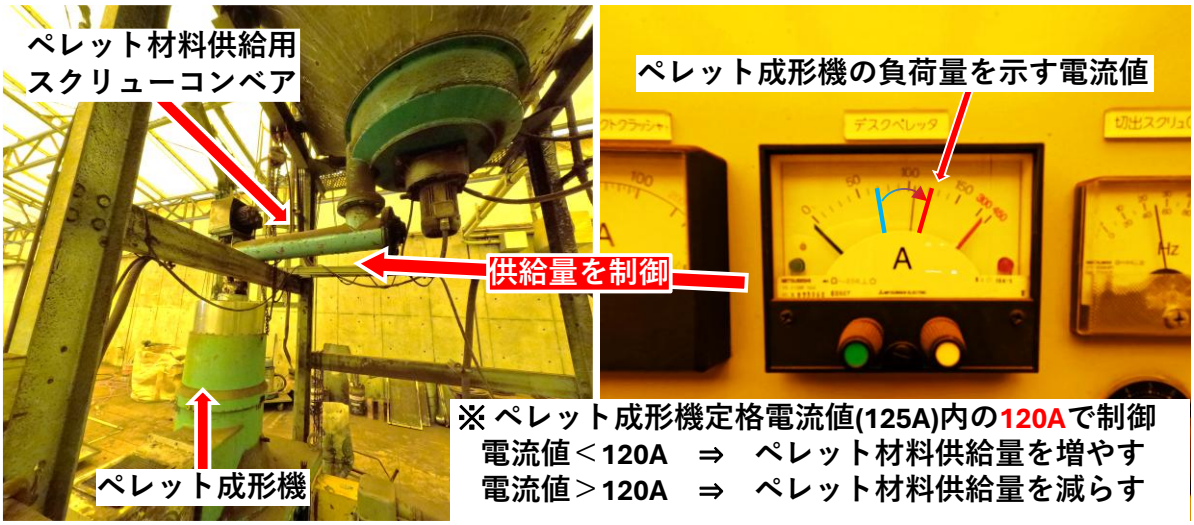


図 3-5　ペレット成形機への材料供給スクリューコンベアの電流値制御

(図 3-5)。実証施設では、本実証で使用したローラーディスクダイ式ペレット成形機の定格電流値 125A に対し、安全性を考慮して 80～120A の範囲で制御しました。

【効果】消費電流値を 120A で制御することで、ペレット製造速度は 786kg/h から 1,215kg/h へ向上しました。また、成形崩れ割合は変わりませんでした。その結果、製造速度は約 1.5 倍となりました(表 3-2)。

表 3-2　ペレット製造の前処理工程の最適化導入・電流制御によるペレット製造速度

ペレット成形機制御電流値 (A)	材料供給スクリュー (A)	堆肥水分 (%)	ペレット水分 (%)	ペレット製造速度 (kg/h)	水分15%換算製造速度 (kg/h)	成形崩れ割合 (%)
制御OFF	30	30.8	28.9	786.3	657.5	2.5
80	40	31.6	29.5	947.7	785.9	2.4
110	45	31.8	29.7	1043.1	862.8	2.9
120	45	32.2	29.9	1215.4	1002.4	2.7

※ペレット成形機の定格電流値が 125A 程度で、安全性を考慮して 80～120A の範囲で制御。

導入のポイント

- ペレット製造コスト低減のためには、水分調整、前処理工程改善、電流値制御を組み合わせて導入する。
- ペレット成形前の堆肥水分は 25～30%に調整する。
- 堆肥水分は成形前に必ず測定し、過乾燥状態の原料を使用しない。
- ペレット成形の工程は「粉砕工程→異物除去工程→ペレット成形工程」の順で構成する。
- 粉砕後原料の搬送にはエアー搬送を採用し、安定した原料供給能力を確保する。
- 成形機への原料供給量はオペレーターの経験ではなく、消費電流値による制御を基本とする。
- ペレット成形機の消費電流値は、機種ごとの定格電流値や運転状況を考慮し、成形不良や機械停止が発生しない範囲で設定する。
- 前処理工程の改善後は、金属異物対策として磁石による除去設備を設置する。

運用上の注意点

- 堆肥水分が 25%未満になると、成形崩れが増加し生産量が低下する。
- 一方、堆肥水分が高過ぎる場合は、成形機内部での詰まりや成形不良が発生する場合がある。
- 電流値制御を行う場合でも、成形機の定格電流値を超えないよう設定する。
  （本実証では、安全性を考慮してペレット成形機の電流値を 80～120A の範囲で運用）

４章　開発技術導入によるペレット製造能力および製造コスト

１章から３章では、乾燥・水分調整技術、水分モニタリング技術および前処理技術の改善について紹介しました。本章では、１章から３章で紹介した乾燥・水分調整技術、水分モニタリング技術および前処理技術を導入した場合のペレット製造能力および製造コストへの効果を総合的に評価します。

開発技術導入前後の比較

１章から３章で紹介した乾燥・水分調整技術、水分モニタリング技術および前処理技術を導入した場合の製品ペレット 1t 当たり（出荷水分 15%換算）の製造コストを試算しました。表 4-1 に１章から３章で紹介した乾燥・水分調整技術、水分モニタリング技術および前処理技術の導入前後におけるペレット製造能力および製造コストの比較を示します。

表 4-1　開発技術導入前後におけるペレット製造能力および製造コストの比較

項目		開発技術導入前	開発技術導入後
ペレット堆肥製造量　（ｔ/日）		2.445	6.014
ペレット１ｔ当たり堆肥代　（円/ｔ）		7,480	7,480
経費合計　（円/日）		66,223	63,420
経費内訳（実績）	人件費　（円/日）	21,148	22,251
	保守修繕費　（円/日）	24,523	18,341
	燃料費　（円/日）	6,485	7,874
	水道光熱費　（円/日）	14,067	14,953
小計　（円/ｔ）		34,564	18,025
堆肥乾燥コスト	水分測定装置減価償却（円/ｔ）	ー	(71)
	乾燥システム減価償却（円/ｔ）	ー	(6,166)
	RPF燃料代　（円/ｔ）	ー	6,888
ペレット製造費　（円/ｔ）		34,564	24,984

※ペレット堆肥製造量およびペレット製造費は、出荷時水分 15%換算で算出。
稼働日数：勤務日数 280 日/年の内 200 日ペレット関連の作業実施と仮定、
人件費：3 名分について各年度の JA 決算データから算出
保守修繕費、燃料代、水道光熱費：堆肥センター全体の経費から算出
小計=(人件費+保守修繕費+燃料費+水道光熱費)/ペレット製造量+堆肥代
堆肥乾燥コスト：水分測定装置(取得価格約 50 万円)、堆肥乾燥システム(ボイラー、乾燥レーン等、取得価格 5,900 万円)について、補助率 1/2、減価償却 8 年として試算、ペレット製造費に水分測定装置および乾燥システム減価償却費は含まない
RPF 燃料 21 円/kg(燃料費 20 円/kg+灰処理費 1 円/kg、2024 年度実績)として試算

【効果】堆肥乾燥を含む前処理工程の最適化および成形機制御の改善により、ペレット堆肥の生産量は 6t/日に向上しました。また、堆肥乾燥コストを含めたペレット製造費は 25 千円

/t となり、開発技術導入前と比較して 29%削減されました(表 4-1)。表 4-1 では年間 200 日稼働を想定しており、この場合の年間生産能力は約 1,200t(6t/日×200 日)となります。このため、目標としていた年間 600t 規模の生産に十分対応可能な製造能力を確保できました。

５章　指定混合肥料の開発と農家栽培実証

４章まではペレット堆肥の製造技術を紹介しました。また、堆肥センターで製造された牛ふん堆肥の利用拡大を図るため、牛ふん堆肥を原料とした指定混合肥料「エコぷらすシリーズ」が開発されました。そこで本章では、その特徴と農家ほ場における栽培実証結果を紹介します。指定混合肥料は、ペレット堆肥と同様に家畜ふん堆肥の利用拡大を目的とした技術です。ペレット堆肥が土づくり資材として利用されるのに対し、指定混合肥料は作物に必要な成分を調整した肥料として利用されます。

指定混合肥料とは

指定混合肥料は、2020 年 12 月の肥料取締法改正(現：肥料法)により新たに創設された肥料区分であり、普通肥料と家畜ふん堆肥などの特殊肥料を混合して製造できる肥料です。

JA 菊池産の牛ふん堆肥を配合した指定混合肥料「エコぷらすシリーズ」(図 5-1・表 5-1)を開発しました。エコぷらすシリーズは短円柱状のペレットで、化成肥料と同様の施肥機による散布が可能です。12-8-3、12-1-1、8-4-3 および 14-5-5 の 4 銘柄を開発し、農協を通じて販売しています。取扱いについては、最寄りの農協にお問い合わせください。



図 5-1　指定混合肥料
エコぷらすシリーズ

表 5-1　エコぷらすシリーズの主成分含有量(%)

銘　柄	窒素全量 (N)	りん酸全量 (P_2O_5)	加里全量 (K_2O)	堆肥含有量
エコぷらす12-8-3	12	8	3	40
エコぷらす12-1-1	12	1	1	20
エコぷらす8-4-3	8	4	3	25
エコぷらす14-5-5	14	5	5	20

指定混合肥料の肥料としての効果(農家栽培実証)

農家ほ場において、カスミソウ、ゴボウ、ダイズ、カンショ、水稲およびスイカを対象とした栽培実証試験を実施しました。その結果、カスミソウ、ゴボウ、ダイズおよびカンショでは、開発肥料区の収量は慣行肥料区と同等またはそれ以上となりました(図 5-2)。一方、水稲では収量向上に向けた改良の余地が認められたため、現在は緩効性窒素肥料を追加配合した改良を進めています。また、スイカでは糖度および食味において慣行肥料区との差は認められませんでした。さらに、ゴボウ栽培では「エコぷらす 20-3-3」の利用により、肥料コストを 10a 当たり 3,850 円削減でき、加えて雑草発生量の減少および商品化率の向上が確認されました。

以上の結果から、「エコぷらすシリーズ」は、水稲を除く花きおよび畑作物において、慣行の化成肥料と同等以上の肥料効果を示すことが確認されました。

導入による効果

JA 菊池産牛ふん堆肥を原料とした指定混合肥料「エコぷらすシリーズ」(片倉コープアグリ株式会社)を開発することで、家畜ふん堆肥の利用拡大と広域流通が可能となりました。また、JA 菊池産牛ふん堆肥を原料とした指定混合肥料の試作品（開発肥料区で使用）について、花きおよび畑作物で栽培試験を行った結果、慣行の化成肥料と同等以上の肥料効果が確認され、肥料コストの削減や商品化率の向上も得られました。これにより、家畜ふん資源の有効活用と地域内資源循環の促進に貢献することが期待されます。

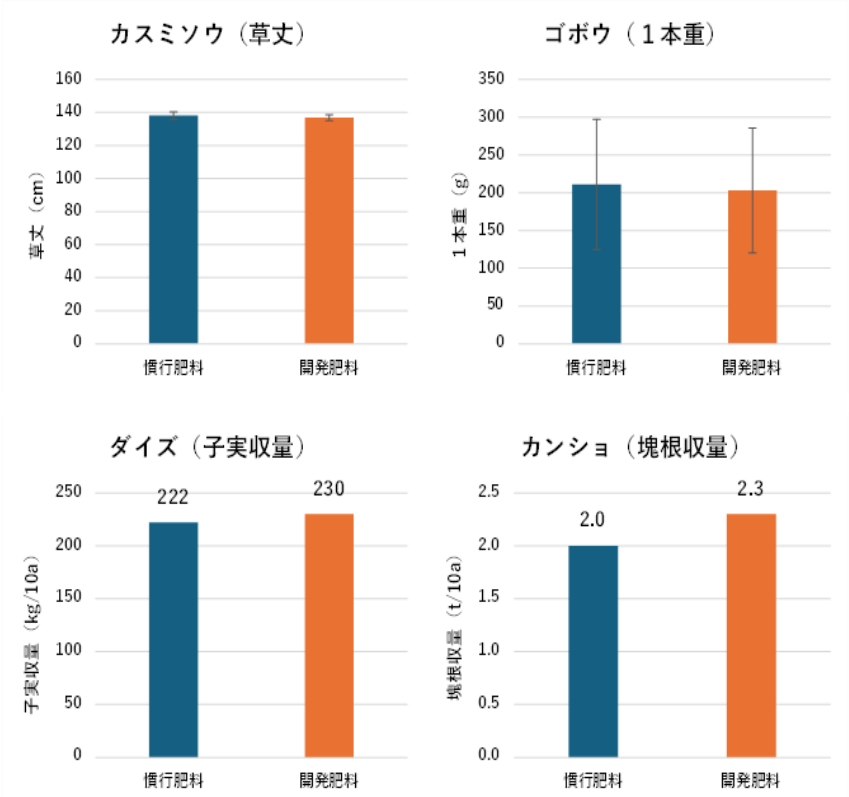


図 5-2　慣行肥料区および開発肥料区における収量の比較（2023 年度）

※開発肥料区の肥料：カスミソウ：エコぷらす 8-4-3 苦土入り、ゴボウ：エコぷらす 20-3-3、ダイズ：エコぷらす 6-10-16、カンショ：エコぷらす 6-10-16(すべて試作品)

※慣行肥料区では、生産者が使用している化成肥料を使用し、慣行肥料と開発肥料（試作品）では窒素、リン酸、カリの組成が一致しないため、窒素施用量が同等となるよう施用量を設定した。したがって、リン酸およびカリの施用量は両区で異なることに留意する必要がある。

導入のポイント

- 指定混合肥料は、普通肥料と家畜ふん堆肥などの特殊肥料を混合した肥料である。
- エコぷらすシリーズは短円柱状のペレットであり、ブロードキャスター等の肥料散布機で散布できる。
- カスミソウ、ゴボウ、ダイズ、カンショおよびスイカでは、慣行肥料と同等以上の収量または品質が確認された。
- 牛ふん堆肥由来の有機物を含み、長期的には牛ふん堆肥と同等の土壌炭素貯留効果が期待される。

運用上の注意点

- 水稲では追肥窒素の役割を果たす緩効性窒素成分が不足すると減収する場合がある。
- 水稲への利用には、緩効性窒素を配合した肥料の利用を検討する。
- 地域の施肥基準に基づいて利用する。

実施体制・執筆担当者

実施体制	実証代表者	畜産研究部門	田中 章浩(令和 4～5 年度)
		九州沖縄農業研究センター	桂 真昭(令和 6 年度)
	進行管理役	九州沖縄農業研究センター	福重 直輝(令和 4～5 年度)
		畜産研究部門	田中 章浩(令和 6 年度)
	専門 PO	JA 愛知経済連	原 正之
執筆者	執筆統括	九州沖縄農業研究センター	福重 直輝
担当課題	課題 1(1 章)	NPO 法人 九州バイオマスフォーラム	薬師堂 謙一
	課題 2(2 章)	東京大学大学院農学生命科学研究科	古橋 賢一
	課題 3(3・4 章)	畜産研究部門	田中 章浩(令和 4～5 年度)
		九州沖縄農業研究センター	福重 直輝(令和 6 年度)
	課題 4(5 章)	九州沖縄農業研究センター (現 農業環境研究部門)	古賀 伸久

謝　辞

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト(ペレット堆肥活用促進のための技術開発・実証)」(課題番号：ペ 4H1 、課題名：ペレット堆肥活用促進のための技術開発・実証、実施期間：令和 4～6 年度)の支援を受け、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構を事業主体として実施されました。本研究の実施に際し、多大なるご協力とご支援をいただいた関係機関ならびに関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

お問い合わせ先

本マニュアルに記載した設備および技術には研究開発段階のものが含まれます。
技術内容に関するお問い合わせは下記までお願いします。

国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター　研究推進部　研究推進室　広報チーム
住所：〒861-1192　熊本県合志市須屋 2421　電話：096-242-7530
E-mail：q_info@ml.affrc.go.jp
https://www.naro.go.jp/laboratory/karc/inquiry/

牛ふんを活用したペレット堆肥の低コスト製造と利用拡大マニュアル
－乾燥・前処理工程の改善と指定混合肥料の開発－　令和 8 年 10 月
編集／発行　国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター

本マニュアルを転載、複製する場合は、農研機構・九州沖縄農業研究センターの許可を得て下さい。
免責事項：本マニュアルの内容は作成時点の知見に基づいています。技術導入および運用は利用者の責任において実施してください。
「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム(通称)です。