

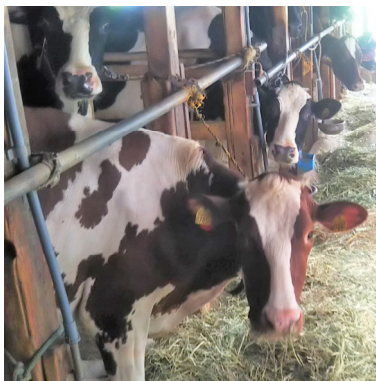


農林水産省
委託プロジェクト
有機質資材
コンソーシアム編

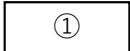


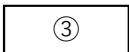


技術マニュアル

混合堆肥複合肥料 の製造とその利用

家畜ふん堆肥の肥料原料化の促進



表紙写真の説明

- | | |
|---|-----------------------------|
|  | ①ブロイラー鶏ふんと焼酎粕（焼酎廃液）の混合堆肥化 |
|  | ②ブロードキャスターによる麦への混合堆肥複合肥料の散布 |
|  | ③朝日工業株式会社関東工場全景 |
|  | ④混合堆肥複合肥料の原料一覧 |
|  | ⑤混合堆肥複合肥料によるリーフレタス栽培 |
|  | ⑥混合堆肥複合肥料（すすき混合433号） |

技術マニュアル

混合堆肥複合肥料 の製造とその利用

家畜ふん堆肥の肥料原料化の促進

農林水産省委託プロジェクト
有機質資材コンソーシアム編

<目次>

第1章 はじめに.....	1
【コラム】	
肥料取締法の一部を改正する法律が公布されました！	3
第2章 混合堆肥複合肥料と鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の特徴	
第1節 要約	4
第2節 肥料の公定規格と混合堆肥複合肥料の要件.....	5
第3節 混合堆肥複合肥料の特徴.....	6
(1) 土壌養分バランスの適正化を可能とする肥効と保証値	6
(2) 混合堆肥複合肥料と化成肥料の共通点と相違点	7
(3) 堆肥と比較した特徴	8
第4節 堆肥由来有機物による土壌有機物供給効果	9
第5節 造粒による肥料効果の増進	11
第6節 利用にあたっての留意点	12
【利用コラム】	
①有機質資材の分解性を評価できる分析法「デタージェント分析」.....	13
②大粒ペレットの大量施用には散布機械の設定と調整に工夫が必要	15
第3章 混合堆肥複合肥料の生産と肥料登録に向けて	
第1節 要約	16
第2節 混合堆肥複合肥料の製造の基本的な考え方.....	17
(1) 生産設備について	17
(2) 肥料の成分設計、原料設計について.....	18
(3) 製品の品質確保のための重要ポイント.....	20
【原料設計コラム】	
①原料の家畜ふんのカテゴリーに注意！	22
②肥料名称の数字と設計値の関係に注意！	23
【製造コラム】	
①混合堆肥複合肥料の水分に注意！	24

②配合～造粒時のアンモニア揮散による窒素の減耗に注意！	25
③鶏ふん堆肥を原料に用いる場合に注意！	26
④生産性を低下させる要因に注意！	27
第3節 混合堆肥複合肥料の登録申請方法および注意点	28
(1) 登録申請の窓口について	28
(2) 登録申請のための準備と必要書類	28
(3) 登録申請書提出から登録まで	29
【申請書の例】	29
【製造事例】	
① すすき混合 433号	33
② キャベツ一発堆肥入り 037	35
③ エコペレ水稻中生一発 221	37
④ 静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3	39
⑤ 静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5	41
⑥ 牛ふん堆肥入り混合堆肥複合肥料 6 4 4号 (仮称)	43

第4章 混合堆肥複合肥料原料に適する堆肥の生産供給について

第1節 要約	45
第2節 混合堆肥複合肥料の原料となる堆肥の具備すべき条件	46
(1) 肥料取締法における混合堆肥複合肥料の原料堆肥の制限事項	46
(2) 混合堆肥複合肥料原料堆肥の造粒・加工適性 (物性) について	48
(3) 混合堆肥複合肥料原料としての牛ふん堆肥の適性	51
第3節 その他	52
【堆肥生産コラム】	
① 原料堆肥規格に適合した C/N 比の牛ふん堆肥生産方法	55
② 堆肥の副資材の違いが造粒性に及ぼす影響は？	56
③ 堆肥の造粒適正水分への調整方法	57
④ 家畜ふん堆肥の窒素肥効推定法	58
⑤ 家畜ふん堆肥の加里の形態と肥効	60
【マッチング事例】	
① すすき牧場 キャトルパワー (牛ふん堆肥)	61
② 村田孵化場 鶏糞堆肥 (鶏ふん堆肥)	63
③ わかとりふみん (畜種混合堆肥)	65

④ 完熟 発酵堆肥 (牛ふん堆肥)	67
⑤ 牛ふん堆肥 (酪農牛ふん)	69
第5章 鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の生産	
第1節 要約	71
第2節 鶏ふん処理物の法令上の位置づけについて	72
第3節 ローター式攪拌発酵装置による採卵鶏ふんの発酵造粒	73
(1) 造粒の仕組み	73
(2) ローター式攪拌発酵造粒装置の導入事例	73
(3) 応用事例 (腐植酸粒状鶏ふん肥料)	79
第4節 ブロイラー鶏ふんと焼酎粕 (焼酎廃液) の混合堆肥化	81
(1) ブロイラー鶏ふん、焼酎粕同時堆肥化の導入事例	81
第6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例	
1 麦一水稻作	89
2 麦一大豆作	91
3 年内どりキャベツ	93
4 年内どりハクサイ	95
5 水稻	97
6 チンゲンサイ	99
7 レタス	101
8 リーフレタス	103
9 冬どりキャベツ	105
10 ブロッコリー = カンショ	107
補足資料	109

空白ページ

第1章 はじめに

家畜ふん堆肥は土づくり効果と肥料効果を併せ持つ優れた農業資材として長年使われてきた。しかしながらここ 50 年余りを振り返ると、安価で豊富な化学肥料の普及と労働力不足から堆肥施用量の減少が認められるようになってきた。化学肥料に偏重した施肥による地力の低下や土壌養分バランスの不均衡は連作障害など種々の問題を発生させており、土づくりへのニーズが高まっている。

一方、世界人口増加や食生活の変化に伴う穀物等の需要拡大やバイオ燃料の増産によって肥料需要は年々増大する一方で、その原料資源の産出国は偏在し、産出量も限られている。日本は肥料原料の大半を輸入に頼っており、堆肥等の貴重な国内有機性資源に含まれる肥料成分の有効利用を進めることにより、輸入肥料原料への依存度を低減し、肥料価格の安定化と農産物の生産コストを低減させることが望まれる。

2012 年の肥料取締法施行規則等の改正により、混合堆肥複合肥料の公定規格が新設され、条件付ではあるものの、肥料原料の一部として家畜ふん堆肥を用いることができるようになった。混合堆肥複合肥料とは、“堆肥”を“混合”した“複合肥料”（複数の肥料成分を含む肥料）という意味である。2019 年 11 月 25 日現在で 78 銘柄が肥料登録されており、年々生産量も増加している。

以上を背景に農林水産省委託プロジェクト「生産コストの削減に向けた有機質資材の活用技術の開発(平成 27 年度～令和元年度)」が立ち上がった。農研機構、公設試験研究機関並びに各地域の民間企業が連携して、牛ふん堆肥を主原料とする混合堆肥複合肥料並びに腐植酸（P.80 参照）含量を高めた鶏ふん由来の肥料の開発研究を行った。実際に、混合堆肥複合肥料 5 銘柄を普通肥料登録し、現地での栽培実証試験を行ってきた。研究を進めてゆく中で、これらの肥料が土壌肥沃度の向上を可能にし、窒素の溶脱、リン酸の固定といった養分の損失を抑え、作物の養分利用率を向上させることが分

かってきた。本書ではここで開発された肥料について紹介するとともに、混合堆肥複合肥料等の生産と利用に関してこれまでに得られた知見について失敗例もまじえながら紹介する。

第2章（P.4～）では、混合堆肥複合肥料の特徴について、化成肥料との相違点・共通点や堆肥との違いについてなど基本的なことがらについて紹介している。本書を手にした混合堆肥複合肥料に興味をもつ**全ての人**にまずは読んでいただきたい。

第3章（P.16～）では、混合堆肥複合肥料の設計と生産方法について述べ、プロジェクトで開発し、肥料登録を行った牛ふん堆肥を原料堆肥とした混合堆肥複合肥料の生産事例について紹介する。さらに、初めて肥料登録を行おうとする場合の注意点についてコラムにて紹介している。混合堆肥複合肥料を生産しようと考えている**肥料メーカーの方**に読んでいただきたい。

第4章（P.45～）では、混合堆肥複合肥料の原料堆肥として必要な要件について述べ、堆肥供給者と肥料メーカーのマッチング事例について紹介する。原料堆肥の要件を満たさない場合、どのように堆肥生産方法を改善していったら良いのかのヒントについても述べているので、堆肥の販路多様化を考えている**畜産農家、販社の方**に読んでいただきたい。

第5章（P.71～）では潜在的に肥料としての価値が高いものの、商品性の低い鶏ふん堆肥について堆肥発酵と同時に造粒したりすることにより付加価値を高めたり、焼酎蒸留廃液と一緒に堆肥発酵することにより腐植酸含量を高めた事例について紹介している。もちろん、こうしてつくられた肥料は混合堆肥複合肥料の原料としても利用可能である。鶏ふんの処理、商品化を考えている**養鶏業者、産業廃棄物処理業者の方**に読んでいただきたい。

第6章（P.86～）では、施肥を混合堆肥複合肥料に切り替えた場合の効果についての栽培事例を示した。例数は限られているが実際に生産物の収量及び品質を低下させることなく施肥及び土作りに要するコストが削減できることを紹介している。混合堆肥複合肥料の**ユーザーの方**が、ご自身の作物栽培の中でアレンジして取り入れて頂けると幸いである。

なお、本書は2019年11月末時点での肥料取締法に基づいて記載されている。2019年12月4日に肥料取締法の一部を改正する法律が公布された（次ページコラム参照）。今後、堆肥と化学肥料の配合が可能となることから、法改正の内容を理解するとともに、運用に係る政令等の整備がなされていくことから、これらの情報を確認しながら取り組んで頂けると幸いである。

【コラム】

肥料取締法の一部を改正する法律が公布されました！

近年、我が国の農地における地力低下や、世界的な肥料の需要の高まり等から、国内の低廉な資源であり、土づくりにも役立つ堆肥や産業副産物由来肥料の活用が期待されています。一方で、こうした肥料については、有害物質が基準値を超えて含まれる可能性があることに加え、近年原料の表示偽装なども発生しており、利用拡大を進めるためには、農業者がより安心して利用できるよう原料管理の強化や虚偽表示等への対応が必要です。

また、これまでは堆肥と化学肥料の配合を原則として認めておらず、堆肥と化学肥料を別々に散布しなければならないことや、肥料の効果の発現時期等の表示については統一基準がなく、各社が独自の基準に基づき表示しているため、農業者が製品ごとの機能を比較できないこと等が課題となっていました。

これらの課題を解決するため、令和元（2019）年12月に公布された「肥料取締法の一部を改正する法律」では、肥料の原料管理制度の導入や肥料の配合に関する規制の見直し、表示基準の整備、法律の題名の変更等について規定されました（図）。今後、この法律改正の内容に基づき、政省令等の整備を進めることとしています。

法改正のポイント

①肥料の原料管理制度を導入

肥料に使える原料の規格の制定や、肥料の生産業者及び輸入業者に対する原料帳簿の備え付けの義務付け、使用した原料の虚偽宣伝の禁止などにより、農家が安心して肥料を利用できる環境を整備します。

②堆肥と化学肥料の配合を認める

堆肥と化学肥料を一度に散布できるようになることで労力が低減されたり、成分が不安定な堆肥に化学肥料を混ぜて成分を安定させることで、堆肥が使いやすくなったりすることが期待されます。

③品質や効果に関する表示基準を定める

分量や原料等の表示に加え、肥料の効果の発現時期（緩効性）等の肥料の品質や効果に関する表示についても基準を定め、農家が使いたい肥料を選択しやすくなります。

④法律の題名を変更する

肥料業者自身による原料管理の義務付けや、届出肥料の拡大に伴い、法律の題名を「肥料取締法」から「肥料の品質の確保等に関する法律」に改正します。

図 肥料取締法の一部を改正する法律の概要

第2章

混合堆肥複合肥料と

鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の特徴

第1節 要約

混合堆肥複合肥料は、品質管理された堆肥をベースに化学肥料等で成分バランスを整え、造粒および加熱乾燥した複合肥料である（図 2-1）。肥料としての利便性を保ったまま、土壤に有機物を供給する効果をはじめとした新たな機能が付加されている。本章では農業者に混合堆肥複合肥料を理解し広く活用していただくために、混合堆肥複合肥料の特徴、機能並びに利用にあたっての留意点について解説する。

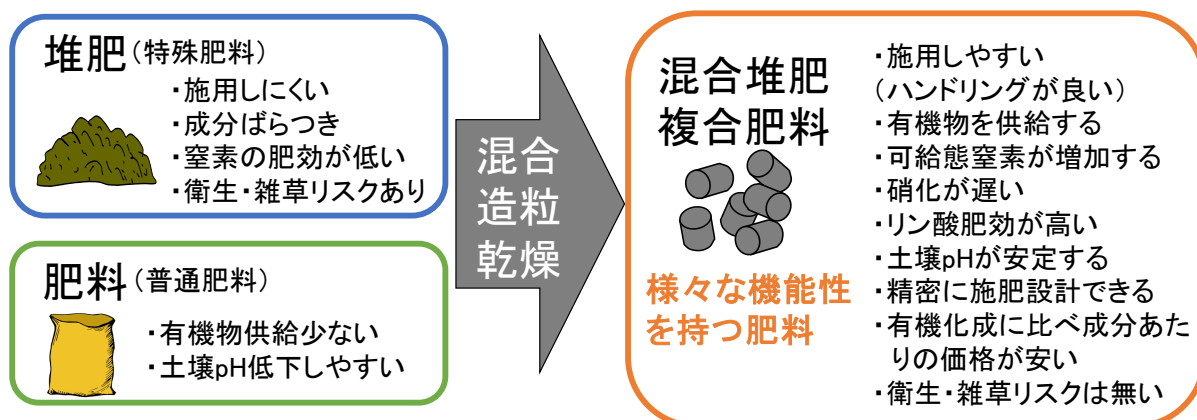


図 2-1 混合堆肥複合肥料の概要

第2節では肥料取締法における混合堆肥複合肥料の位置づけおよび公定規格を解説する。第3節では混合堆肥複合肥料の特徴について、特殊肥料である堆肥や代表的な複合肥料である化成肥料と比較した形で示す。混合堆肥複合肥料は基本的には代表的な複合肥料である化成肥料と同様に使用することができること、そして堆肥としての機能が利用しやすい形で付与されていることをご理解いただきたい。第4節では土づくり効果の主となる土壌に有機物を供給する効果（以下、有機物供給効果と略記）と有機態窒素供給に基づく可給態窒素の増加効果を他の資材と比較した形で記述する。第5節では造粒により肥料効果が増進するという機能性を記述する。第6節では利用上の留意点について解説する。

混合堆肥複合肥料の利用にあたっては第6章の「栽培事例集」も参照いただきたい。混合堆肥複合肥料を様々な作物で用いた事例であり、既存の肥料に比べて収量・品質は劣らないことや確認された具体的な施用効果がデータとして示されている。

なお、第4節以降は第5章で示す鶏ふんを原料とする高付加価値肥料についても言及する。

第2節 肥料の公定規格と混合堆肥複合肥料の要件

生産者が安全で効果的な肥料を安心して使用できるよう、肥料取締制度（肥料取締法）が制定されている。肥料取締法では、肥料の公定規格を定め、肥料の安全性と効果の基準を設定している。さらに、肥料登録制度により規格の適合性を流通前にチェックしている。流通する肥料には原材料や成分量が記載された保証票が添付され、生産者が使いたい肥料を正しく選択できるようにしている。公定規格は、普通肥料（特殊肥料以外の肥料）の種類ごとに含有すべき肥料成分の最小量、有害成分の含有許容値、その他の制限事項を定めた、肥料取締制度の根幹となる重要な要件であり、これに適合していれば品質と効果が確保されているとみなせる。

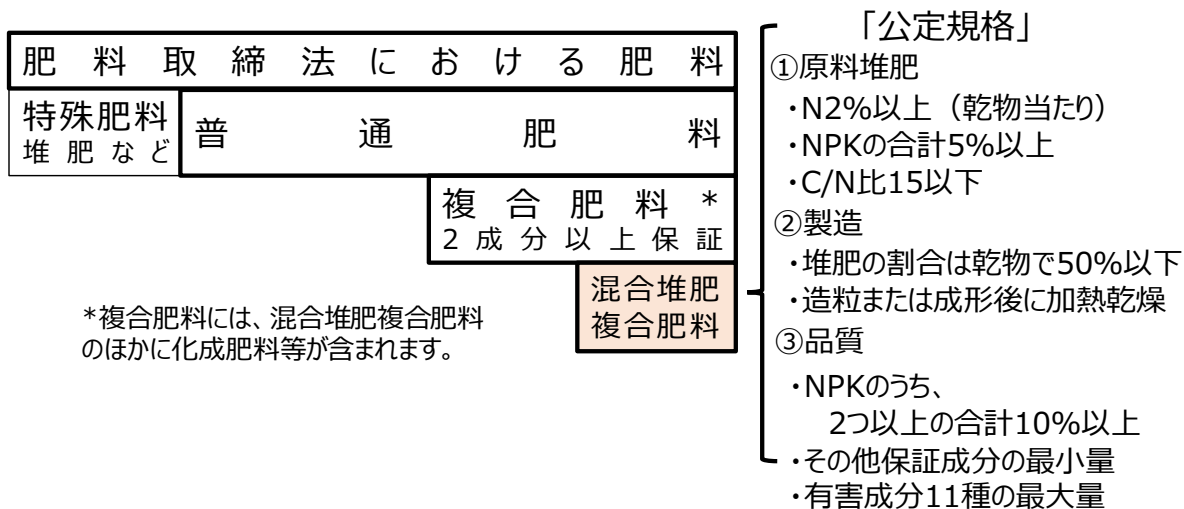


図 2-2 混合堆肥複合肥料の肥料としての位置づけと公定規格の概要（2019年11月現在）

混合堆肥複合肥料は、普通肥料の中の複合肥料に該当し、図 2-2 のように公定規格が定められている。すなわち、原料堆肥の品質基準と混合割合を定め、製品肥料の品質の確保を担保している。製造にあたって造粒または成形と加熱乾燥することにより、肥料の変質がないようにしている。製品肥料については、主成分（窒素、りん酸、加里）のうち二成分以上についてその合計量を 10%以上とすることで施肥効果を担保している。さらに、他の複合肥料同様含有を許される有害成分 11 種の最大量が定められている。

第3節 混合堆肥複合肥料の特徴

(1) 土壌養分バランスの適正化を可能とする肥効と保証値

従来の堆肥と肥料を別々に施用する施肥体系では、堆肥施用量自体が多いので有機物供給効果は高いが（第 4 節参照）、堆肥由来成分量が過剰施用となる場合が多く、土壌養分バランスの不均衡が生じやすい。これに対し、混合堆肥複合肥料を用いた施肥体系では、施用分量を正確に把握できるので、このような危険性は小さい。これは混合堆肥複合肥料の利点の 1 つといえる。

堆肥の窒素の肥効は図 2-3 に示すように一般的に低い**が、混合堆肥複合肥料の肥効は有機入り配合や有機化成と同程度**である。なぜならば、肥効を確保するため、化学肥料や肥効が高い有機肥料を混合するからである。加えて後述のように、硝化抑制による窒素利用性の向上やリン酸の肥効向上が認められる。

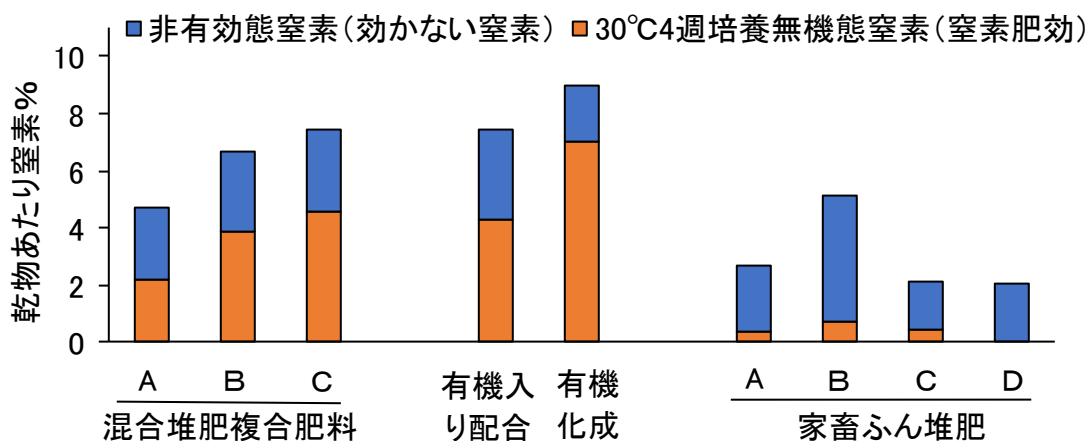


図 2-3 混合堆肥複合肥料施用後の窒素の形態と肥効 (小柳原図)

堆肥中のカリの肥効は化学肥料と同等であるので（P60 堆肥生産コラム⑤参照）、混合堆肥複合肥料や鶏ふんを原料とする高付加価値肥料はカリ肥料として化学肥料と同等に活用できる。

混合堆肥複合肥料は、このような肥効が高い各肥料成分を保証値として一定量含有しており、化成肥料や配合肥料と同様に作物に対して過不足なく用いることができ、さらに土壌の養分バランスを適正に保つことができる。

(2) 混合堆肥複合肥料と化成肥料の共通点と相違点

混合堆肥複合肥料は、土づくり効果の高い堆肥由来有機物による有機物供給効果が最大の特徴である。一方、**化成肥料と製造工程や形状も大差ないため、化成肥料と同様に使用することができる。**

混合堆肥複合肥料と化成肥料の利用上の相違点と共通点を以下に示す。なお、化成肥料は、主要成分の含有量合計が30%を境に、これより多いものを高度化成、これより低いものを普通化成と区分している。また、公定規格上化成肥料の原料として使用が認められている、フェザーミールやなたね油粕等の有機質肥料や米ぬか等の特殊肥料を配合した化成肥料を有機化成と呼んでいる(表2-1)。

表2-1 混合堆肥複合肥料と代表的な複合肥料(化成肥料)の特徴

種類	形状	主な原料	NPK 合計	代表的組成 NPK	利用上の主な特徴
混合堆肥複合肥料	粒状 ペレット状	堆肥(50%以下) 窒素肥料等	10%以上		堆肥由来有機物を含んでいるため、 <u>高い有機物供給効果をもつ</u>
普通化成	粒状 ペレット状	過石等	10%以上 30%未満	8-8-8	散布ムラ、濃度障害が発生しにくい 硫黄・石灰要求性の高い作物に適する
高度化成	粒状 ペレット状	燐安等	30%以上	14-14-14	散布量が少なく作業性が良い 過剰施肥に注意
有機化成	粒状 ペレット状	有機質肥料原料 窒素肥料等	10%以上	8-8-8	若干の土壌有機物供給効果をもつ 減化学肥料栽培に用いられることが多い

以下に混合堆肥複合肥料と化成肥料の共通点と相違点を示す。

【共通点】

・施用しやすい

混合堆肥複合肥料、化成肥料とも粒状またはペレット状に造粒されているため手散布は容易であり、また機械施肥に対応しているので省力的に施用できる。

・リン酸肥効が高い

造粒・成形によりリン酸の肥効が増進されている(第5節参照)。

・精密な施肥設計が可能

肥料成分が保証されているので、過不足ない精密な施肥設計が可能であり、供給養分や土壌養分のバランスを適正に保つことができる(第2節参照)。

・施用場面に応じたバリエーション

作物や栽培地域のニーズに応じて成分調整された様々な肥料が製造・販売されている(第3章参照)。

【相違点】

・有機物供給効果

混合堆肥複合肥料に含まれる堆肥由来有機物は、土壌中では分解しにくいいため有機物供給効果が高い（第4節参照）。これは普通化成や高度化成にはない大きな特徴である。なお、有機化成も有機物供給効果を持つが、一般的な原料である乾血、フェザーミール、魚粕、なたね油粕に含まれる有機物は分解が速い。

・肥料成分含有量

高度化成と比較して成分含有量が低いため、成分量当たりの輸送・保管・施用コストが大きい。一方、散布ムラや濃度障害は発生しにくい。ただし、これらの点は、普通化成や有機化成も同様である。

・窒素肥効と可給態窒素増加効果

当作への窒素肥効は有機化成と同程度である（第5節参照）が、堆肥由来の有機態窒素を含むため、地力窒素（可給態窒素）として土壌に残留する窒素も多い（第4節参照）。

・硝化抑制

硝化が抑制されることにより窒素肥効が増進し、さらに土壌 pH の低下を抑制する（第5節参照）。

・価格

同等の肥料成分をもつ有機化成と比較して 10～30%安価である。

（3）堆肥と比較した特徴

前述のように混合堆肥複合肥料は有機物供給等土づくり効果を持つ肥料であるが、一般的な土づくり資材としては堆肥が単体で用いられている。ここでは混合堆肥複合肥料の土づくり資材としての特徴をご理解いただくために、堆肥と比較した利点を以下に示す。

- ・ 従来別々に行われてきた施肥と有機物供給を同時に行うことができるので、**基肥施用や追肥施用といった施肥のたびに有機物を供給することができる**。粒状かつ水分が低いので施用や輸送・保管も容易である。
- ・ 造粒・成形によりリン酸の肥効が増進されている（第5節参照）。ただし、成形（ペレット化）された堆肥も同様にリン酸肥効が増進される。
- ・ 前述のように、堆肥と異なり肥料成分が一定であり施用量を確実に把握できるので、**過不足ない精密な施肥設計により土壌養分のバランスを適正に保つことができる**。
- ・ 原料に品質管理された腐熟度が高い堆肥を用いており（第4章参照）、製造時に加熱乾燥処理を行っているため、衛生リスク・植物生育阻害リスク・雑草リスクは無いに等しく安心して利用できる。

第4節 堆肥由来有機物による有機物供給効果

土壌有機物は、土壌の物理性（団粒構造等）、化学性（可給態窒素、保肥力等）、生物性（土壌微生物等）を向上させることにより作物の生産性に大きく貢献する。一方で各種の農作業、とりわけ耕起、碎土等は、土壌有機物の分解を促進する。そのため随時供給する必要があるが、この供給にはできるだけ分解しにくい有機質資材を施用するという方法が効果的であると考えられる。

実際のは場で混合堆肥複合肥料と有機化成および有機入り配合肥料の有機物供給効果を検証した。透水遮根布で作った袋に炭素の量を揃えて各肥料を入れ、圃場に埋設し、1年後に取り出し、炭素残存量を比較した。その結果、**混合堆肥複合肥料は有機化成および有機入り配合と比べて炭素残存量が多く、有機物供給効果が高いことが確認された（図 2-4）。**

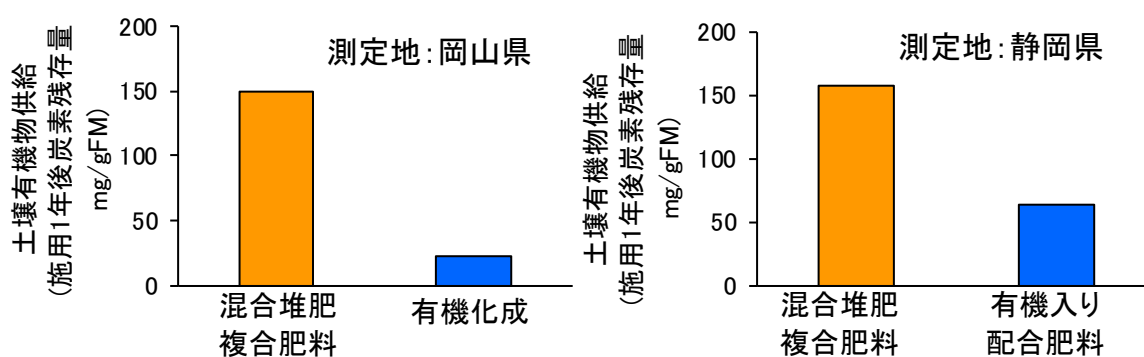


図 2-4 混合堆肥複合肥料と有機化成および有機配合の有機物供給効果の比較
(森次・中村原図)

有機質資材の分解しにくさは資材の ADL 含量（酸性デタージェントリグニン含量）により評価できるので（利用コラム① P13 参照）、資材の ADL 含量が多いほど有機物供給効果が高い資材といえる。

図 2-5 に各資材の重量あたり ADL 含量（有機物供給効果）を示した。**混合堆肥複合肥料並びに鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の ADL 含量は同程度の施用量レベルである市販有機肥料と比べると大幅に高く、有機物供給効果を併せ持つ肥料といえる。**堆肥と比較すると、牛ふん堆肥や豚ふん堆肥と同程度であり、鶏ふん堆肥より高い。ただし、混合堆肥複合肥料では 1 回あたりの施用量が、200～300 kg/10a 前後、多くとも 400 kg/10a（第 6 章参照）となる。混合堆肥複合肥料中の堆肥の割合は乾物で半分以下となるので 1 回あたりの堆肥投入量は堆肥の一般的な施用量に比べてかなり少ない。従って、混合堆肥複合肥料は有機物供給の補助的手段であることに留意する必要があるが、連用することにより土壌有機物の蓄積が確認できる。

第2章 混合堆肥複合肥料と鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の特徴

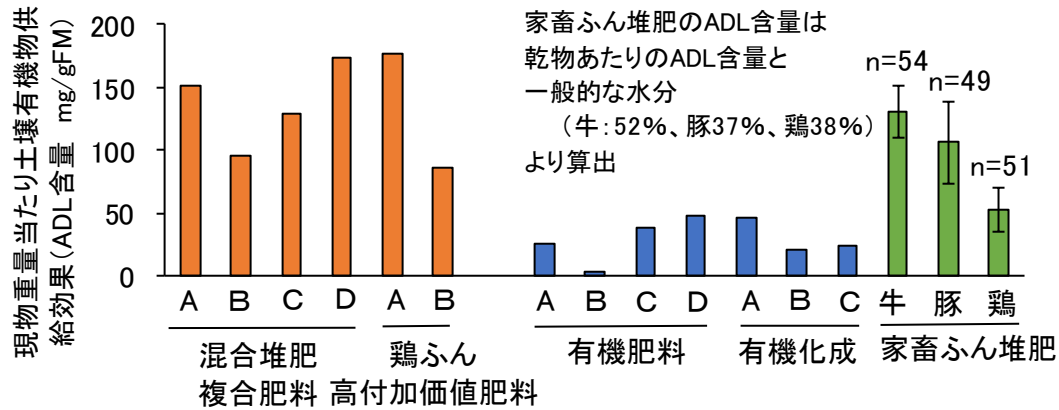


図 2-5 混合堆肥複合肥料、鶏ふんを原料とする高付加価値肥料、市販有機肥料、家畜ふん堆肥の現物重量あたり有機物供給効果 (ADL 含量) (小柳原図)

有機物供給による具体的な効果の 1 つに堆肥に含まれる難分解性の有機態窒素の蓄積による地力窒素 (可給態窒素) の増加が挙げられる。**混合堆肥複合肥料・鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の堆肥由来の有機態窒素の一部は連用により土壌に残留し可給態窒素を増加させる (図 2-6)。**

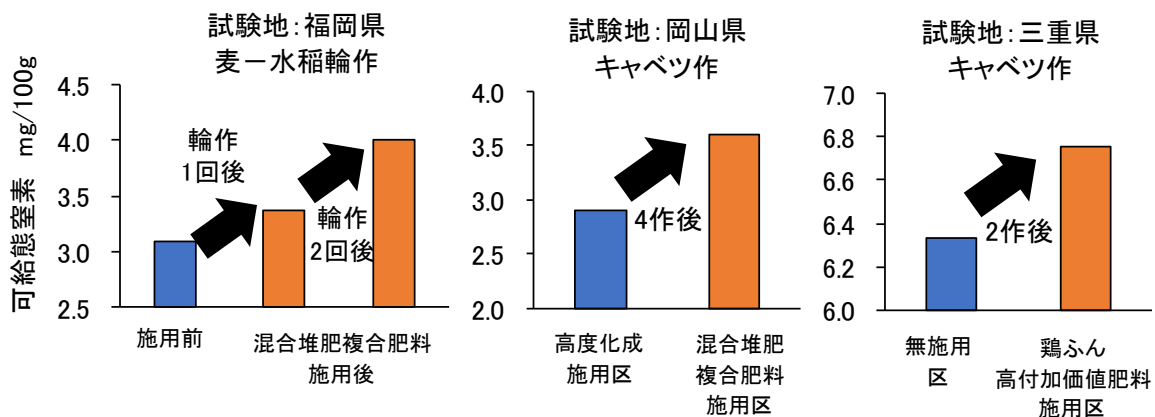


図 2-6 混合堆肥複合肥料・鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の施用が土壌可給態窒素含量に及ぼす影響 (西尾・森次・堂本原図)

福岡県はりん酸緩衝液法、岡山県、三重県は培養法により測定。栽培事例は、P89、95、105 を参照のこと。

第5節 造粒による肥料効果の増進

・ 硝化抑制による窒素肥効の増進

混合堆肥複合肥料は肥料と有機物（堆肥）が混合された後粒状またはペレット状に造粒される。粒の内部は施用後に還元的となり硝酸化成（アンモニア態窒素の硝酸態窒素への変化）が遅延する。これにより降雨による硝酸態窒素の流亡が減少し、窒素の利用率が向上するとともに、塩基の溶脱および土壌 pH の変動（後述）が抑制される。図 2-7 は土壌に肥料を混和し、4 週間培養を行った後の無機態窒素の割合を示した結果であるが、同じ成分組成の粉碎物に比べてペレットでは無機態窒素に占める硝酸態窒素の割合が少なく、アンモニア態窒素として留まっていることが分かる。

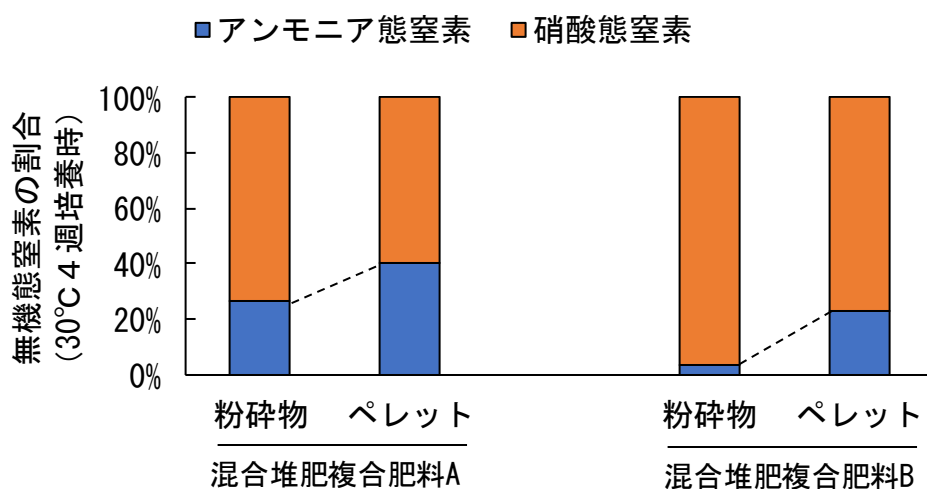


図 2-7 造粒が無機態窒素の動態に及ぼす影響 (小柳原図)

・ 比表面積低下によるリン酸肥効の増進

混合堆肥複合肥料と鶏ふんを原料とする高付加価値肥料は造粒されているので、肥料のリン酸成分と土壌との接触は限られ、従って土壌によるリン酸の固定量は少なくなる。そのためリン酸の肥効（リン酸成分量当たりの吸収量）は高くなる。図 2-8 はバラ堆肥とペレットに造粒したペレット堆肥の比較であるが、コマツナのリン酸吸収量はペレットに造粒することにより高まることが示されている。同様の効果は混合堆肥複合肥料と鶏ふんを高付加価値肥料でも想定される。

・ 土壌 pH 変動抑制効果（緩衝作用）

混合堆肥複合肥料を連用した場合、慣行の肥料と比べて連用後の土壌 pH が高く維持される傾向にある（図 2-9）これは、硝酸化成の遅延（前述）や含まれる塩基類による効果と考えられる。土壌 pH の低下がおこりにくいことで土壌の化学性、土壌微生物相の安定化に寄与すると考えられる。

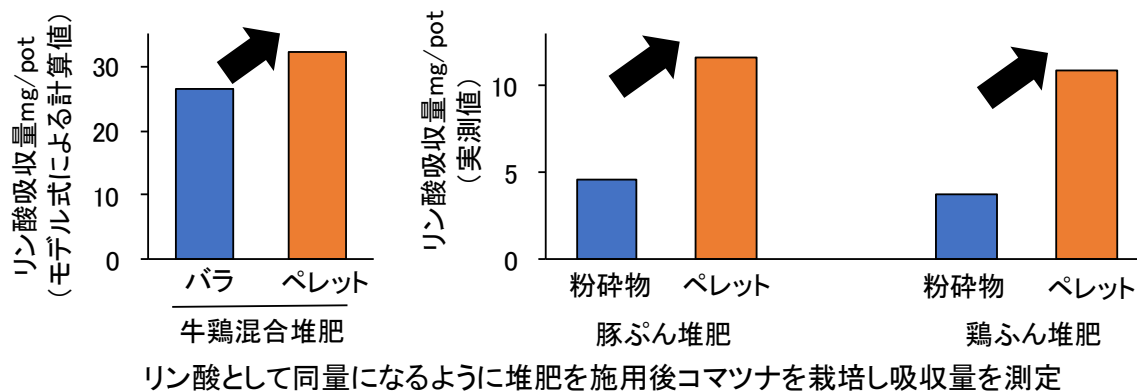


図 2-8 造粒（ペレット化）がリン酸の吸収量（肥効）に及ぼす影響
(荒川 2012 より作図、小柳原図)

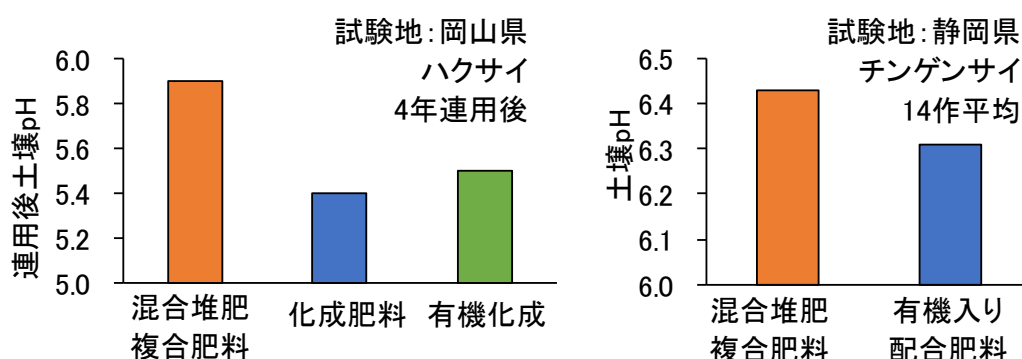


図 2-9 混合堆肥複合肥料施用後の土壌 pH (森次・中村原図)

第6節 利用にあたっての留意点

肥料成分と有機物供給効果は相反関係にある（概ね肥料成分含量が低いものほど有機物供給効果が高い）ので、施用目的に応じた肥料を選択する。有機物供給効果を重視した肥料は施用量自体が高度化成肥料に比べかなり多くなるので、散布機械を選定または調整する（利用コラム②参照）等効率的施用に留意する必要がある。連用することにより有機物供給効果を発揮するが、混合堆肥中の原料堆肥の使用割合から算出される施肥 1 回あたりの堆肥投入量は堆肥の一般的な施用量に比べてかなり少ない。従って、混合堆肥複合肥料は有機物供給の補助的手段であることに留意する必要がある（第 4 節参照）。

窒素全量に占める化学肥料由来窒素の割合が小さい場合には、窒素を基準とした減化学肥料栽培に使用する前にあらかじめ肥料効果を確認する。また作物や土壌養分等適用できる条件が限定された肥料もあるので、これについてもあらかじめ確認する。

【利用コラム①】

有機質資材の分解性を評価できる分析法「デタージェント分析」

「酸性デタージェント分析」は家畜へ給与する粗飼料の消化性の評価手法として長年にわたり活用されてきました。近年では、本法を家畜ふん堆肥等の有機質資材に適用し、有機質資材の分解性や窒素肥効発現の予測に役立てようとする研究が進んでおり、これら有機質資材の特性を解析する手法として有用であることがわかってきました。本コラムでは「酸性デタージェント分析」の概要と有機質資材の有機物の分解性や窒素の動態との関係を紹介します。

1. 「酸性デタージェント分析」の概要

最初に試料である有機質資材をAD液（CTAB 20g/L・0.5M 硫酸：いわば酸性洗剤）で1時間煮沸します。このとき溶解する有機物画分がADOM（AD可溶有機物）、溶解しない画分がADF（酸性デタージェント繊維）です（図2-10）。さらにADFを72%硫酸に浸漬した後の溶解しない画分がADL（酸性デタージェントリグニン）です。ADOMは概ね非繊維性成分とヘミセルロース、ADFはセルロースとリグニン、ADLはリグニンに相当します（自給飼料利用研究会編、2009）。

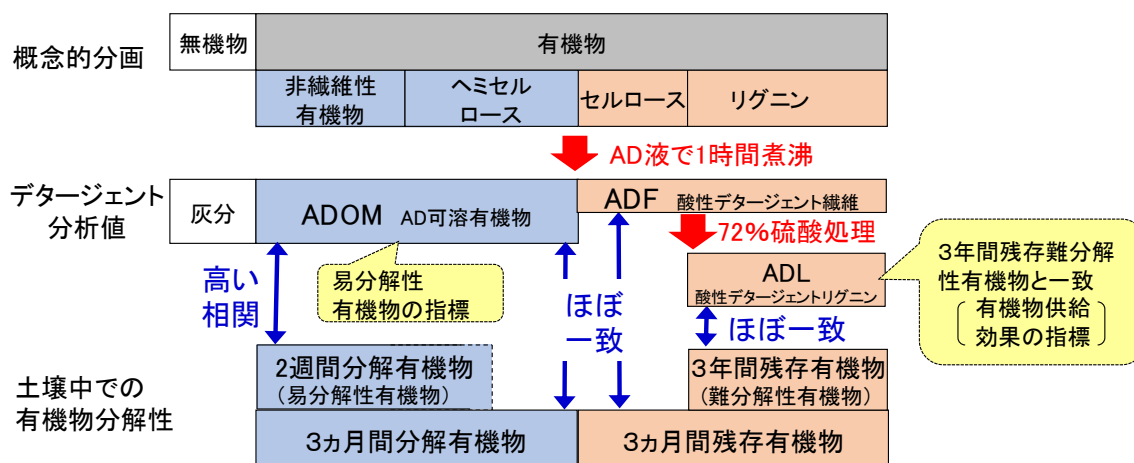


図2-10 デタージェント分析の概要と土壌中での有機物分解性との関係（小柳原図）

2. ADL、ADOM測定により、それぞれ分解しにくさ（難分解性有機物：有機物供給効果）と分解しやすさ（易分解性有機物）を評価できます。

ADLとして含まれる炭素と土壌中3年間で残存した炭素（難分解性有機物）が1:1の関係にあった（図2-11）ことから、ADLは土壌中で3年間程度残存する難分解性有機物そのものであると考えられました。すなわち、ADL含量を測定すればその資材の有機物供給効果を推定できます。

【利用コラム①つづき】

また、ADOM は土壌中 2 週間程度で分解する有機物と高い相関関係にあるので資材に含まれる易分解性有機物の指標になります（小柳ら 2010）。

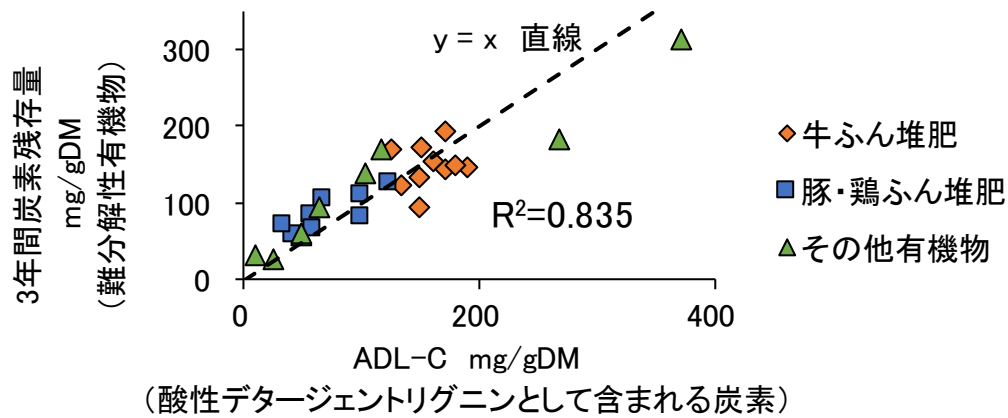


図 2-12 ADL-C と土壌中 3 年間炭素分解量（埋設法）の関係（小柳ら 2011 より引用）

3. 「酸性デタージェント分析」により窒素の動態を推定できます

酸性デタージェント分析は窒素成分にも適用することが可能で、有機態窒素を ADOM に含まれる窒素と ADF に含まれる窒素に分画することができます。ADOM に含まれる有機態窒素は土壌中 3 カ月間で ADOM とともに分解するため、無機化する窒素と高い正の相関関係にあります（図 2-12）。

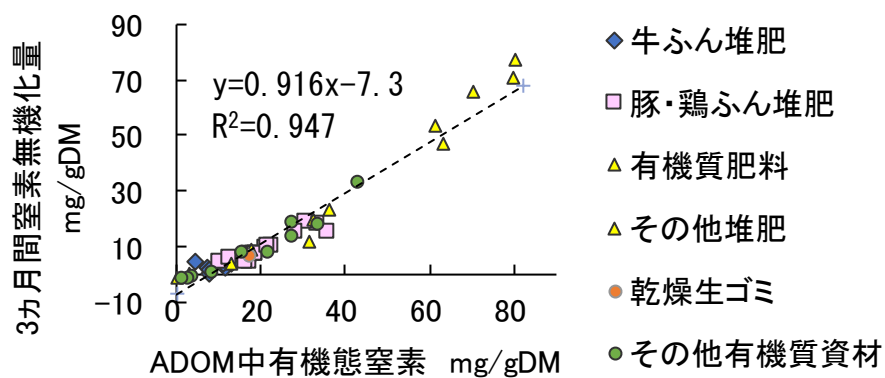


図 2-12 ADOM に含まれる有機態窒素と土壌中 3 カ月間窒素無機化量の関係（小柳原図 小柳ら 2007 のデータを用いて再解析）

【利用コラム②】

大粒ペレットの大量施用には散布機械の設定と調整に工夫が必要

混合堆肥複合肥料は、散布する総量が化学肥料の2～10倍と大きくなるため、散布機械が必須です。筆者らの経験では、ペレットの直径が4mm以下であればどの散布機械でも化学肥料とほぼ同様に散布できます。しかし、5mm径の大粒ペレットを、麦の追肥や重量野菜の基肥として広い圃場に大量施用するような場合には、ブロードキャスターまたはライムソーが必須となります。

ライムソーでは、バックヤードで一定量の肥料の吐出時間を測定し、走行速度とバランスを取って散布量を設定できます。ブロードキャスターではそのような調整が困難なので、現場合わせで行うことになります。最初の走行で少量の肥料を積み、その少量の散布面積から開度や走行速度を調整して、設定散布量に合わせる必要があります。

5mm径のペレットを麦の追肥としてブロードキャスターで散布した実例では、粒の質量が大きく化学肥料よりずっと遠くへ飛ぶため、畝巾1.6m×5条撒きでは機械の真後ろが薄撒きになってしまいました。このためキャスターの地上高を下げ、散布幅を3条に再設定する必要がありました。

またライムソーによる長さ100mの麦圃場への散布では、容量が小さいため畝の途中で肥料が無くなり、圃場の奥まで肥料を運んで補充するためには3名の人手を要しました。そこで図2-13のような増量槽を集成材とスチールプレートで自作しました。これにより圃場の端まで肥料を切らさずに走れるだけの容量を確保でき、補充作業も1名が圃場の端に待機するだけで済ませることができました。



図 2-13 ライムソーの容量を 60kg から 80kg に増量し圃場の端で補充可能に

第3章

混合堆肥複合肥料の製造と肥料登録に向けて

第1節 要約

混合堆肥複合肥料は、第2章で述べたように、肥料取締法の公定規格において、他の普通肥料と同様に肥料成分やその品質などが細かく規定されており、生産にあたり一定の基準を満たした原料堆肥を使用して、一定の基準を満たす肥料を生産する必要がある。

第2節では、「製造の基本的な考え方」について解説する。混合堆肥複合肥料は、原料として利用する堆肥の性状、特に、粒度や含水率、pHなどに配慮する必要がある。さらに、肥料の造粒方式、ボイラーの乾燥能力などの設備条件に応じて生産方法を決定していく必要がある。このため、肥料生産に必要な造粒設備と乾燥設備及び肥料成分設計、原料設計の基本的な考え方について解説し、さらに製品の品質を確保するための物理化学性の目安についても提示する。また、「製造コラム」と「製造事例」では、本プロジェクトで得られた実例を紹介し、いくつかの製造技術のポイントについて解説する。

第3節では、肥料の登録申請方法と注意点について、実例を交えて解説する。原料やその割合が公定規格に合致しているかどうか、保証成分量は適正かどうかなど、登録申請の際にあわてないように前もって確認し、FAMIC（独立行政法人 農林水産消費安全技術センター）の担当者と事前に相談しておくことをお勧めする。

第2節 混合堆肥複合肥料の製造の基本的な考え方

(1) 生産設備について

1) 造粒設備

混合堆肥複合肥料における好ましい造粒方式と原料の組み合わせを図 3-1 に示した。副資材が少なく粒子の細かい原料は転動造粒（ドラム式・皿型）が向いている一方、副資材が多く粒子の粗い原料は、押し出し造粒（ペレット造粒）、圧縮造粒等が向いている。各々の造粒方式に適正なバインダー（結着材）として、転動造粒では、粘性の高いバインダーを、押し出し造粒等では、ダイス抜けの良好な油分の高い原料等を組み合わせる。吸湿性が高く、固結性が懸念される場合は、乾燥時の水分管理の他、固結防止材の添加などが必要となる。

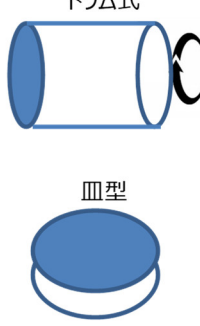


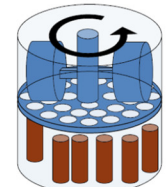
造粒形式	転動造粒	圧縮造粒	押し出し造粒	
一般名称	ドラム式 皿型	ブリケット タブレット 圧片方式	湿式ペレット	乾式ペレット
模式図				
			〔ダイスがリング状 リングダイ〕	〔ダイスが平ら ディスクダイ〕
有機造粒適正	△	○	◎ (硬い原料OK)	◎
原料粒度分布	細かい	やや粗めOK	やや粗めOK	粗めOK
木質系適応性	×	△	○	○
造粒適正水分	高め	やや高め	やや高め	低め
乾燥・環境負荷	高い	高い	やや高い	低い
<堆肥適合性>				
豚ふん・鶏ふん	△	○	○	○
牛ふん・食品堆肥	×	△	○	○

図 3-1 主な造粒方式と堆肥造粒への適応性（浅野原図）

2) 乾燥設備

原料含水率の高い堆肥を使用する混合堆肥複合肥料では、加熱乾燥工程にて製品含水率を制御することが肥料製品の品質を確保する為に最も重要である。

乾燥方式には各種方式があるが、重油等を熱源とするドラム型ロータリーキルン方式が一般的である。乾燥設備の能力、運転条件を決定するには、乾燥機への肥料の流量、造粒直後の肥料粒含水率と目

標製品含水率との差から必要な水分蒸発量を計算し、乾燥条件を決定する。乾燥設備の仕様並びに運転条件は、乾燥機メーカーでの実績もしくは試験機による乾燥試験により決定される。

(2) 肥料の成分設計、原料設計について

1) 対象作物及び施肥設計に合わせた成分比の決定

肥料の設計は、作物の施肥分量に合わせ、その肥料を散布すればその作物の栄養成分が十分供給出来る様に設計される。よって、まずは対象作物を決め、その作物の基肥及び追肥に必要な分量及び成分バランスとなる様に NPK 成分を決定する。すなわち葉菜類等栄養成長主体の作物では N 成分を高くし、果菜類等花芽、結実等の促進を目的とする場合では P 成分を高くするなど、作物の栄養要求に合った施肥分量に調整する。

2) 法的規制

肥料を製造販売する場合、肥料取締法に則る必要がある。法的には前記混合堆肥複合肥料独自の規格事項（第2章-第2節）に示したように、複合肥料（化成肥料）と同様に成分 NPK の内 2 成分以上にて、各成分で最低 1% 以上、合計で 10% 以上保証する必要があり、設計上で低成分の堆肥を使用するにあってもこの規格をクリアするために高成分である無機原料を組合せ設計する。

3) 堆肥の使用割合の決定

堆肥の使用割合については、乾物重量割合で 50% 以下とされているが、最低使用量については規定されていない。混合堆肥複合肥料の土壌改良効果を高めるには堆肥の使用割合を出来るだけ増やすことが望ましい。その一方、堆肥の使用割合が増えることは、肥料成分として必要な成分を確保しにくくなることや製品の低成分化による施用量の増加に伴う資材コスト並びに労力の増加につながる。堆肥の使用割合はこれらの要因を総合的に勘案して決定する。全農取扱いの有機化成では、有機質原料を 20% 以上含有としており（全国農業協同組合連合会, 2009）、この辺が目安となると見られる。

堆肥は通常の有機質の肥料原料に比べて、含水率が高い、粒子が粗い、臭気が強い等の使用上の課題がある。こうした点は、造粒、搬送、乾燥の各工程や環境対策上の障害要因となる場合がある（堆肥の品質的特徴は第4章参照）。原料堆肥の含水率、粒度、熟度等の調整により対応可能であるが、対応が困難な場合は設備的改善が必要となる。設備的改善もコスト的に厳しい場合は、堆肥の使用割合を減らすことにより障害要因をコントロールする。

原料設計コラム①～②（p22～23）に原料設計にあたり著者らが経験した注意点を挙げている。

表 3-1 主な無機肥料原料の種類成分及び性状

	原料名	正式名称	化学式	一般的肥料成分	水分	pH	吸湿性	形状	特長	
N系	尿素	尿素	$(\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{O}$	TN : 46		中性	高い	顆粒	吸湿性が高く固結しやすいので粒状化され、表面処理されている	
	硫安	硫酸アンモニア	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	AN : 21		中性	やや有り	粉状	やや固結しやすい	
	塩安	塩化アンモニア	NH_4Cl	AN : 25		中性	低い	粉状		
	硝安	硝酸アンモニア	NH_4NO_3	AN : 17 NN : 17		中性	高い	顆粒	吸湿性が高く固結しやすいので粒状化されている	
P系	リン安 (DAP)	リン酸二アンモニア	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	AN : 18 SP : 46 WP40	約 2%	中性	やや有り	粒状	表面処理されている場合がある	
	MAP	リン酸一アンモニア	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	AN : 10 SP : 50 WP48	約 2%	酸性 (約 3)	やや有り	粉、粒状	表面処理されている場合がある	
	重過石	重過燐酸石灰	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	SP : 44 WP40	約 7%	酸性 (約 3)		粒状	粘りが強く固結しやすい	
	過石	過燐酸石灰	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	SP : 17 WP14	約 10%	酸性 (約 3)		粉、粒状	粘りが強く固結しやすい	
	熔燐	熔成燐肥	固溶体	CP : 20 CMg15 AL50、Si20			塩基性 (9)		砂、粒状	機械の摩耗性有り。アルカリの為、AN、WPと反応
	鶏糞灰	鶏糞燃焼灰		CP : 17-22 CK12-18 WK : 6-15 CMg : 3-6	約 2 ~ 5%		塩基性 (12)	やや有り	粉状	アルカリの為、AN、WPと反応
K系	塩加	塩化加里	KCl	WK : 60		中性	やや有り	粉状	やや固結しやすい	
	硫加	硫酸加里	K_2SO_4	WK : 50		中性		粉状		

表 3-2 種々の肥料原料の配合の適否

	肥料の種類	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	硫安、塩安、過石、重過石、硫酸マンガン、複合肥料 (酸性)		×	○	△	▲	×	○	○	○	○
B	石灰窒素・重炭酸加里	×		○	×	○	○	○	×	○	○
C	尿素	○	○		○	○	○	○	○	○	○
D	硝安	△	×	△		×	×	○	△	○	×
E	熔成りん肥、焼成りん肥、炭酸カルシウム、骨粉類、ケイ酸質肥料・複合肥料 (塩基性)	▲	○	○	×		○	○	▲	○	○
F	消石灰、生石灰、水酸化苦土、炭酸苦土	×	○	○	×	○		○	×	○	○
G	硫加、塩加、粗製加里塩、その他カリ塩肥料、硫酸苦土	○	○	○	○	○	○		○	○	○
H	苦土過石、混合燐肥 (熔燐・重燐)	○	×	○	△	▲	×	○		○	○
I	ホウ酸肥料、ホウ酸塩肥料	○	○	○	○	○	○	○	○		○
J	魚肥・植物油かすなどの有機質肥料	○	○	△	×	○	○	○	○	○	

- 各組の肥料は配合可
- : 配合可 × : 配合してはいけない
△ : 配合しても成分変化はしないが、取扱にくくなるので注意
▲ : 配合すると成分に変化が起こり不利になるから要注意。
塩基性肥料の配合比率は 50%以下とすること
- ウレアムは C に、IBDU、CDU、グアニル尿素は G に準じる
- 草木灰は F、完熟堆肥は A に準ずる (但し硝安と配合は不可)
- 大豆油かすと尿素とは配合不可

植物栄養・土壌肥料大辞典 (養賢堂発行) より引用

4) 混合堆肥複合肥料で使用される堆肥以外の無機原料の種類と特性

混合堆肥複合肥料では一般的な複合肥料で用いられる無機原料が使用可能である。これら無機原料は物理化学的に表 3-1 に示す特徴を持ち、造粒加工工程並びに製品品質に影響するため、これら特性を考慮して使用する必要がある。また、各原料には配合適否がある（表 3-2）。

(3) 製品の品質確保のための重要ポイント

混合堆肥複合肥料の公定規格は、図 2-2 の通り、有効成分の割合や有害成分の最大量が規定されている。一方、肥料の品質管理上重要な pH と含水率について並びに機械散布で問題となる物理性について説明する。

1) pH の調整

製品品質を確保する上で設計上重要なことは、製品 pH の調整である。特に製品 pH が高い場合は、肥料成分の弱アルカリであるアンモニアがガスとなって揮散し、製造時、製品の保管時、施肥時の各段階で問題となるので、製品 pH が弱酸性となる様に配合設計で調整する。pH が高くなる原因は、主に原料に由来する。家畜ふん堆肥自体の pH は 7～9 程度とアルカリ性である。また、鶏ふん燃焼灰は pH が 12 程度と強いアルカリ性なので、pH の調整が必要となる。

転動造粒設備では、通常は化成液を添加するので、硫酸やアンモニア等で製品 pH を調整する。押出し造粒や圧縮造粒においても化成液が使用できる場合は、転動造粒同様に pH を調整できるが、一般に押出し造粒等では水分添加はできても化成液を添加する設備（防食）となっていない場合が多く、この場合には他原料との組み合わせと乾燥等による含水率低下により反応を抑制する。酸性原料の代表例としては、過燐酸石灰、重過燐酸石灰、腐植系原料（腐植酸や草炭）等があり、これらを配合原料に折込む。

製品 pH の確認は、過去の製造実績よりある程度類推できるが、実際に配合して確認する方法が確実である。製品の pH は 3～8、好ましくは 5～7 の範囲が望ましい。

2) 製品含水率

製品含水率は製品保管管理上重要であり、含水率が高いと製品硬度が不足し、粉化・固結の原因となり、カビ発生の原因にもなる。このため、原料組成から目標含水率を決定し、製品含水率に合わせた乾燥条件等を決定する。基本的に保水力が高い製品の場合、含水率は高めの管理（10%以下）となり、尿素など吸湿性が高い原料が含まれる場合、低めの含水率管理（3～5%）となる。目標製品含水率が品質上適正かは、製品を試作後、固結試験、吸湿試験、水分活性（0.7 以下を推奨）などから総合的に判断する。

3) 物理性

肥料の化学性について問題がなかったとしても、散布しにくかったり、固まって散布ができなかったりすれば作業効率が落ち、ひいては収益にも影響する。表 3-3 では肥料の品質確保に必要な物理性について示した。

表 3-3 製品品質にかかる主な物理性の測定項目と目標目安値

測定項目	内容*	一般的な目安
粒度分布	配合時の均一性・貯蔵性・施用時の均一性など影響する場面は多岐にわたる。粉が多い場合は機械散布精度や粉じんの発生により作業性にも影響する場合がある。	ペレット肥料の場合、2mm 以上が95%以上など
硬度	硬度が低いとハトリングに影響をおよぼし、機械施肥時に粉化を起こしやすい	ペレット肥料の場合 硬度計で1.5kgf 以上、好ましくは 2kgf 以上
固結性	肥料が固まるとうまく散布できず、作業に大きく支障をきたすため最も重要な評価項目	堆積試験で固結性が確認されないこと
粉化率	粉化率が高いと作業性に支障をきたし、機械施肥時の詰まりの原因にもなる	目安としては 1%以下
かさ比重	袋サイズ、貯蔵、機械施肥の調量に影響する。一般的な化成肥料は 1 前後が多い	ペレット肥料の場合 0.65 以上、好ましくは 0.7 以上
安息角	流動性の指標。安息角が高い（流動性が悪い）と機械施肥などで肥料が流れず、施肥が出来ない場合がある。	ペレット肥料の場合 45 度未満、好ましくは 42 度以下
円球性	肥料の丸みを示す指標であり、数値が高いと丸みがある肥料であることを示す。	

* 全農グリーンレポート No.514 を引用

製造コラム①～④（p24～27）に製品試作にあたり著者らが経験した注意点を挙げている。また、製造事例を p33～44 に示した。

【原料設計コラム①】

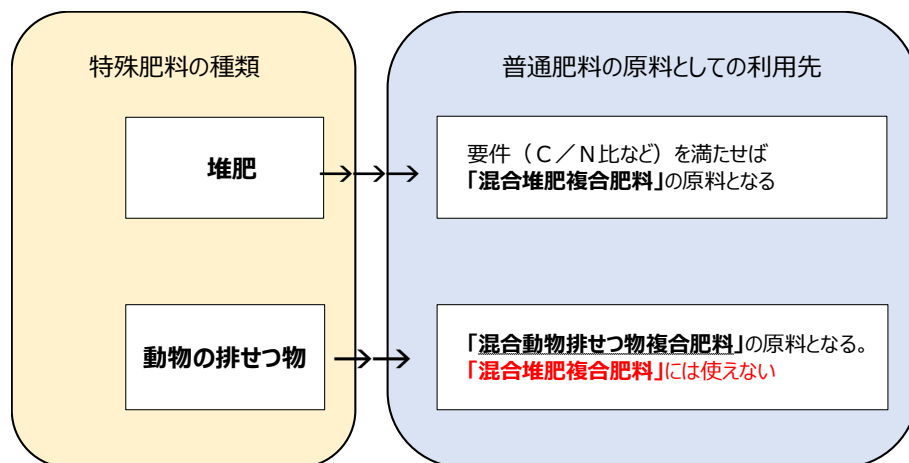
原料の家畜ふんの“カテゴリー”に注意！

家畜ふんを肥料として利用する場合、肥料取締法では、「たい積又は攪拌し、腐熟させたもの」を「堆肥」、こうした過程を経ないものを「動物の排せつ物」として、都道府県知事あてに、生産・販売の届出をします（どちらの場合も特殊肥料となります）。

「堆肥」と「動物の排せつ物」のどちらにするかは、届出をする農家が選択できますし、届出を受け付ける都道府県の考え方にもよります。

このマニュアルで示している内容は、混合する家畜ふんとしては「堆肥」の事例であり、その結果、出来上がった肥料は「混合堆肥複合肥料」となります。一方、「動物の排せつ物」を使った場合は、「混合動物排せつ物複合肥料」となって、肥料の規格（公定規格）が異なり、当然、FAMICの指導も異なってきます。

ある事例では、混合堆肥複合肥料の原料とする予定の鶏ふんが、「堆肥」として届出されておらず、「動物の排せつ物」届出となっていることに途中で気づくというミスがあり、あらためて養鶏場に「堆肥」で届出をしてもらった、ということがありました。「堆肥」を使うにしても「動物の排せつ物」を使うにしても、安定した複合肥料を生産するためには、きちんと特殊肥料の届出を確認して、原料として使用するようしましょう。



家畜ふん由来の特殊肥料の種類と普通肥料原料としての区分

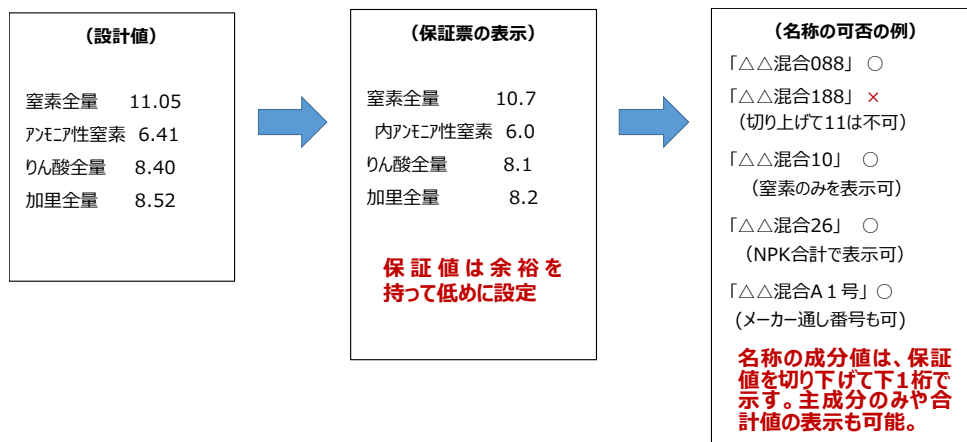
【原料設計コラム②】

肥料名称の数字と設計値の関係に注意！

特殊肥料である「堆肥」や「動物の排せつ物」には、肥料成分を示す「肥料取締法に基づく品質表示」（以下表示票と略します）の添付が義務付けられています。一方、「混合堆肥複合肥料」を含む普通肥料では、肥料成分を示す「生産業者保証票」（保証票と略します）の添付が義務付けられています。

「表示票」も「保証票」も、どちらも肥料成分について、例えば窒素全量 〇〇%と書かれていて同じように見えますが、その数字の見方は若干異なります。堆肥など特殊肥料に添付されている「表示票」では、表示されている数字に若干の±の誤差が許されています。一方、普通肥料に添付されている「保証票」では、その数字は「保証値 = これ以上」という意味なので、成分の分析値が表示されている値より下回ってしまうことは許されません。そこで、保証値としては、設計値より低い値を表示することになります。

また、肥料の名称中に成分値を簡略に示す数字を入れることがよく行われます。一例として、設計値がN 6.41 - P₂O₅ 4.42 - K₂O 4.05%ならば、分析時に下回らないように余裕を見込んで、保証成分は 6.1 - 4.2 - 3.9 程度となります。この時、名称に入れる成分表示の数字は、四捨五入で丸めて「644」と書くことはできず、「643」と書くこととなります。しかしこの例では、この肥料を使う人にとってのかりの投入量のイメージ（「200kg 入れるとだいたい6kg」）と、実投入量（約8kg）との間に差がついてしまいますから、このような設計や表示は避けるべきでしょう。具体的には、上の例なら配合を調整してK₂Oを4.2%程度まで上げ、保証値を4.0とした上で「644」とするのが適切と思われます。筆者らの開発した肥料の一つでも、上の例とほぼ同じ状態になり、一度設計を修正した事例がありました。以上のルールを設計の時点から頭の中に入れておくと、成分量の決定や配合比の決定が少しは進めやすくなるかと思われます。



保証票に記載する保証値と肥料名称中の略数字の例

【製造コラム①】

混合堆肥複合肥料の水分に注意!

造粒または成形された混合堆肥複合肥料は、乾燥工程で低水分化されることにより硬くなります。また、この低水分化には、流通段階で混合堆肥複合肥料を崩れにくくしたり、カビなどの微生物を繁殖しにくくしたり効果もあります。

では、もし混合堆肥複合肥料の水分が高かったらどうなるでしょうか？

実際に、水分約10%の混合堆肥複合肥料を試作して保存性を調査したところ、3ヶ月目から肥料のpHが上昇し始め、肥料袋の開封時に強いアンモニア臭を感じるようになりました。これでは農家が安心して使える肥料とは言えません。

そこで、同じ原料で高水分（水分約8%）と低水分（同約2%）の肥料を試作して調査したところ、図3-2のように低水分化によりアンモニアガスの発生を抑制できました（注：保存後の混合堆肥複合肥料各5gをポリ袋に入れ、30℃で30分静置した場合に袋の中で発生するアンモニアガスの濃度）。

乾燥温度を上げ、乾燥時間を増やせば、水分は下がります。ただし、その分製造コストが余計にかかり、窒素の損失を招く危険もあります。販売後にお客様からクレームを受けて慌てることのないよう、試作段階で品質を維持できる適正な水分を検討しておきましょう。

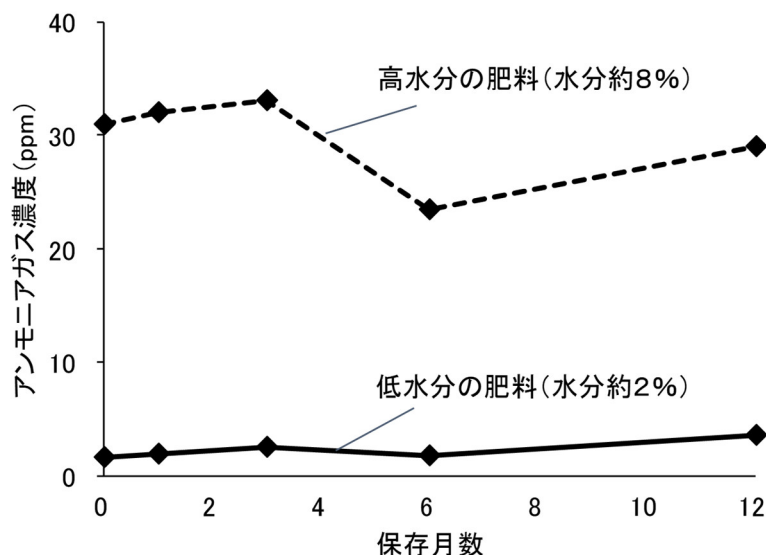


図 3-2 低水分化によるアンモニアガスの抑制 (水木原図)

【製造コラム②】

配合～造粒時のアンモニア揮散による窒素の減耗に注意！

本文に説明されている、堆肥と窒素質肥料を配合した際のアンモニアガスの揮散は、製品の窒素含有率を設計より大きく下げる原因となる、頭の痛い現象です。

図 3-3 は、牛ふん堆肥と混合する原料の違いによって肥料 pH が異なり、原料配合後の pH が高いほど、また水分が高いほどアンモニアガスの揮散が激しくなった事例です。配合後の pH を中性付近まで下げ、造粒後の水分をなるべく下げることがアンモニア揮散を抑えるポイントとなります。

ある製品の実例として、尿素を主な窒素源とした最初の配合設計と試作では、配合時の pH が 8.9 と高く、設計値に対して 11～15% のアンモニア性窒素が減耗し、保証値を保てませんでした。そこで、揮散が激しかった前述の製造例に対して、尿素を硫酸に変更し、酸性の発酵副産物を原料に加えたところ、pH は 7.9 に低下しました。さらに配合～造粒工程を早め、乾燥度を高めるように工夫した結果、アンモニア性窒素の減耗は 4% に抑制され、製品の保証値を確保することが可能になりました。

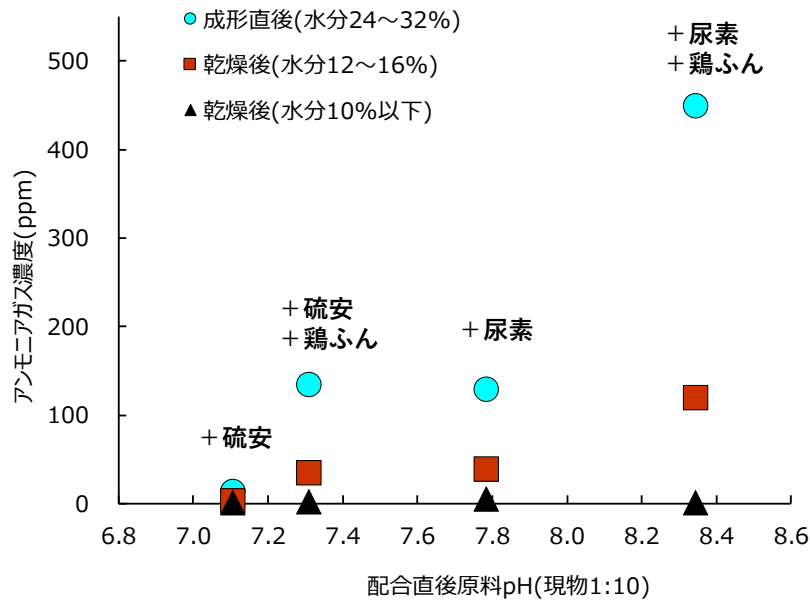


図 3-3 牛ふん堆肥と配合する原料が配合直後の pH と各段階のアンモニア揮散濃度に及ぼす影響 (中村原図)

※製造後、一定容量のビニル袋に入れ3週間冷蔵後に北川式検知管を用いて内部のアンモニアガスを測定

【製造コラム③】

鶏ふん堆肥を原料に用いる場合に注意！

牛ふん堆肥は、堆肥の中では窒素、リン酸、カリの含有率がいずれも低いため、公定規格の成分濃度を確保するためには他の原料に依存する必要があります。

一方、鶏ふん堆肥は、一般に窒素、リン酸、カリがいずれも牛ふん堆肥より高く、安価な肥料成分の供給源としては望ましいため、活用が望まれます。

しかし、

- ①造粒時の粒締りと歩留りを悪化させる傾向がある。
- ②農場、製造所、季節により成分、性状がかなり異なる。
- ③完熟したもののほど pH が高く、窒素源の硫酸等を揮散させやすい。

といったマイナスの特性もあります。

①については、鶏ふん堆肥の配合率をそれまでより 10% 多い設計に変更した結果、粒の締りが明らかに悪くなり、製造歩留りも 10% 程度低下したという例があります。この原因として、牛ふん堆肥は植物質的であるため造粒機の圧縮が効きやすいのに対し、完熟した鶏ふん堆肥の性状は砂や灰に近いものであり、圧縮されにくいいためと考えられます。このような鶏ふん堆肥を 20% 以上配合すると、粒締りが悪い以外に、圧縮による発熱も少なくなり、粒の乾燥度にも影響するよう見られました。原料の一部に用いる場合は、全体の 15% 程度に留めることを推奨します。

②に関する実例では、低温期の鶏ふん堆肥で設計と試作を続け、暑熱期の鶏ふんで登録用の製造を行ったところ、窒素含有量が不足して登録申請をやり直したという例がありました。この時の養鶏場では、産卵率が下がる暑熱期に、コスト削減のため低栄養の飼料を与えた、という話でした。大型の採卵養鶏場では、卵相場や鶏の産卵状況に応じてこのように飼料栄養濃度を変えることがよくありますので、期間をあけて堆肥成分値を何度かチェックし、肥料成分値に余裕を持った配合設計を行う必要があります。

③について、完成した鶏ふん堆肥を水分調整材として新しい鶏ふんに混ぜる、いわゆる「戻し発酵」を行っている場合には、特にリン、カリが濃縮された堆肥になります。これらの供給源としては望ましいのですが、①に述べたとおりの砂のような固まりにくい性状となるうえ、pH も 9 程度まで高くなることに留意しておく必要があります。

【製造コラム④】

生産性を低下させる要因に注意！

原料の種類や配合割合の違いによって、ペレット生産に適する原料配合後の含水率は異なります。

図 3-4 は短期葉物用肥料（製造事例④（p.39）、N-P-K=5-2-3%、以下開発 523）の試作において、約 20kg の原料を押出造粒のペレッターで 4mm に成形した時の、配合直後の含水率と成形速度・歩留率の関係です。含水率 30%まで成形速度は増しましたが、含水率増加とともに細粒化した肥料が増え、2.36mm の篩上歩留率は減少しました。含水率 30%程度が最も効率的に成形できるという結果でした。

また、図 3-5 は開発 523 と、窒素分を多くするため副産窒素肥料を開発 523 より多く配合したレタス用肥料（製造事例⑤（p.41）、N-P-K=7-2-5%、以下開発 725）を工場の製造ラインで成形・乾燥した時の生産能力です。開発 523 は、やはり含水率 30%程度で最も生産能力が高くなりました。これに対して、開発 725 は生産能力が開発 523 より低く、配合後含水率は 20~26%とやや乾燥気味の方が比較的安定して生産できました。これは、副産窒素肥料（主成分は硫安）が吸湿・加温により粘性が高まるため、配合割合によって成形に適した水分条件は異なります。適正な水分条件を明らかにすることで、効率的な肥料生産を行いましょう。

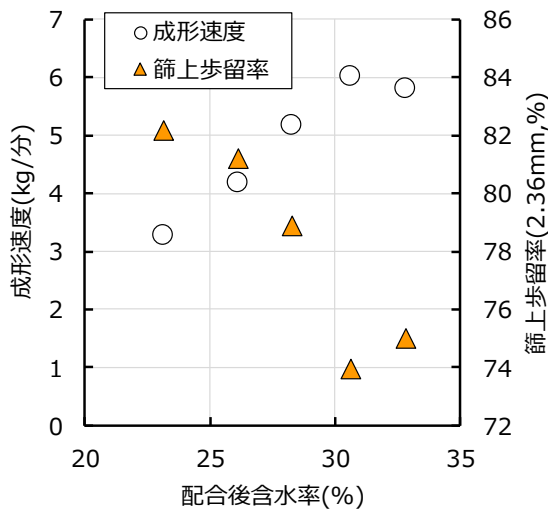


図 3-4 原料配合後の含水率がペレットの成形に及ぼす影響（中村原図）

※成形速度：開発肥料 523（使用原料 20kg）における時間当たりの成形量

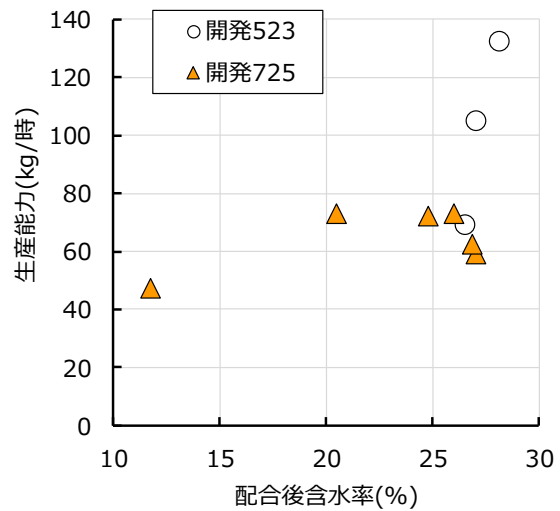


図 3-5 原料配合後の含水率が肥料生産に及ぼす影響（中村原図）

※生産能力：実際の工場生産ラインを流して、成形・乾燥できた時間当たり製造量

第3節 混合堆肥複合肥料の登録申請方法および注意点

混合堆肥複合肥料は、肥料取締法により管理される「肥料」の一種である。農林水産大臣または都道府県知事の登録を取得せずに生産（又は輸入）を行うことはできない。

ここでは、主に農林水産大臣登録を取得するための手順と注意点について紹介する。また、登録申請体験者コラム①～③に登録申請にあたり著者らが経験した注意点を挙げる。

（1）登録申請の窓口について

混合堆肥複合肥料のうち、『「有機質肥料」等の都道府県知事登録肥料に「発酵米ぬか」、「乾燥藻及びその粉末」、「発酵乾ぶん肥料」、「よもぎかす」、「骨灰」、「動物の排せつ物（鶏ふんの炭化物に限る）」「動物の排せつ物の焼灰（鶏ふん焼却灰に限る）」、「堆肥（動物の排せつ物又は食品由来の有機質物を主原料とするものに限る）」を混合し、造粒又は成形後、加熱乾燥したもの』については肥料取締法第4条第1項第7号に該当し、都道府県知事登録となる。それ以外の混合堆肥複合肥料は全て農林水産大臣登録となる。**大部分の混合堆肥複合肥料は、成分調整のために化学肥料を配合するので、農林水産大臣の登録が必要**である。

都道府県知事登録の場合は、各都道府県庁の肥料登録窓口を都道府県のホームページ等で確認されたい。農林水産大臣登録は、(独)農林水産消費安全技術センター（FAMIC）の本部、各支所が肥料登録窓口となる。埼玉（本部）の他、札幌、仙台、名古屋、神戸、福岡に支所がある。所在地等はFAMICホームページ（<http://www.famic.go.jp/>）で確認されたい。

（2）登録申請のための準備と必要書類

都道府県知事登録の場合、都道府県によって求められる書類が異なる可能性があるので、ここでは農林水産大臣登録の場合を紹介する。

普通肥料の農林水産大臣登録に必要な書類を表3-4に示した。うち混合堆肥複合肥料で必須のものを赤字で示した。書類作成に先立ち、管轄のFAMIC本部・支所に連絡を取り、担当官と事前相談を行うことを推奨する。堆肥という主成分含有量がばらつく原料を使用するため、堆肥の生産法や副資材量については特に細かく確認を求められるためである。

FAMICのホームページに示されている普通肥料の登録申請書類は11までだが、実際に混合堆肥複合肥料の申請を行った際には、12～15の書類も提出が必要であった。前述のとおり、堆肥という原料は化学肥料原料に比べ成分変動が大きいので、これらの資料で元の堆肥の品質をチェックされる。12～15の書類作成には時間がかかるので、実際の生産登録においては、配合原料が決まり次第これらの資料の収集を始めておくことを推奨する。

(3) 登録申請書提出から登録まで

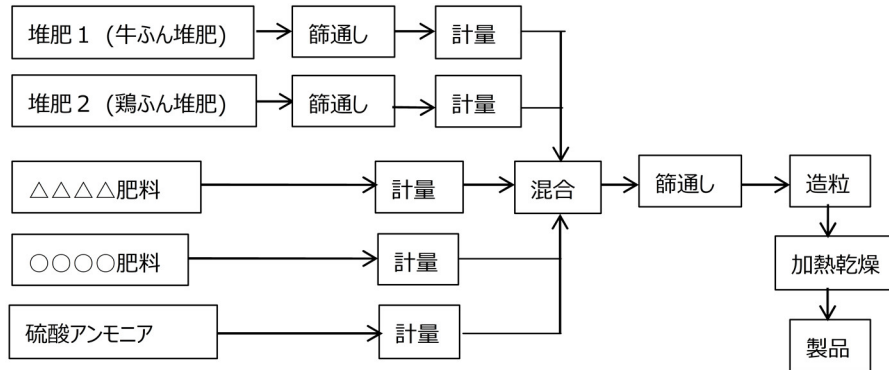
FAMICの申請受付は毎月10日、25日の月2回締め切り制になっている。内容に問題がなければ、申請受理から45日以内に登録された後に官報に公表される。

申請書の例

<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 25px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">捨印</div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 45px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">収入印紙</div>												
肥料登録申請書													
令和 年 月 日													
農林水産大臣 □□ □□ 殿	○○県△△市××2番地1 ○○○○株式会社 代表取締役 ○○ ○○												
下記により生産業者として肥料の登録を受けたいので、肥料取締法第6条第1項の規定により肥料の見本を添えて登録を申請します。													
記													
1 氏名及び住所	○○○○株式会社 代表取締役 ○○ ○○ ○○県△△市××2番地1												
2 肥料の種類	混合堆肥複合肥料												
3 肥料の名称	○○○○○1号												
4 保証成分量その他の規格	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 0 2px 20px;">保証成分量 (%)</td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px;">窒素全量</td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px; text-align: right;">5.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px;">内アンモニア性窒素</td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px; text-align: right;">3.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px;">りん酸全量</td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px; text-align: right;">3.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px;">加里全量</td> <td style="padding: 2px 0 2px 20px; text-align: right;">3.0</td> </tr> </table> その他の規格 含有を許される有害成分の最大量及びその他の制限事項は、公定規格のとおり。	保証成分量 (%)	窒素全量	5.3		内アンモニア性窒素	3.2		りん酸全量	3.0		加里全量	3.0
保証成分量 (%)	窒素全量	5.3											
	内アンモニア性窒素	3.2											
	りん酸全量	3.0											
	加里全量	3.0											
5 生産する事業場の名称及び所在地	○○○○株式会社 △△工場 ○○県△△市××3番地2												
6 保管する施設の所在地	○○県△△市××3番地2												

7 肥料取締法施行規則第4条第1号から第3号までに掲げる事項

肥料取締法施行規則第4条第1号（生産工程の概要）



（備考）

①堆肥1は株式会社○○○○で生産する福岡県届出「牛ふん堆肥（名称○○○○）」（○○県第△△号、昭和○○年○月○日○○県届出）を使用する。

堆肥1の生産工程の概要は以下のとおり。

牛ふん → **一次発酵** → **乾燥** → **二次発酵** → **堆肥1**

備考1 牛ふんは乳牛由来のものであり、敷料として使用したバークを約○%、オガクズを約○%含むものを使用する

備考2 一次発酵工程は開放式発酵槽にてスクレー型攪拌機を使用し、1日△回攪拌、発酵温度70～80℃で△ヶ月間発酵させる。

備考3 乾燥工程は一次発酵工程を約△ヶ月間継続し、発酵熱を用いて水分を○○%以下に調整する。

備考4 二次発酵工程は、堆肥舎にてホイルローダーで月に○回切り返し、○ヶ月間発酵させる。

②堆肥2は株式会社△△△△で生産する○○県届出「鶏糞堆肥」（○○県第××号、平成○○年△月△日福岡県届出）を使用する。

堆肥2の生産工程の概要は以下のとおり。

鶏ふん → **発酵** → **乾燥** → **堆肥2**

備考1 鶏ふんは、ケージ飼い採卵鶏鶏ふんを使用する。

備考2 発酵工程は、開放式発酵槽にてロータリー型攪拌機を使用し、1日2回攪拌、発酵温度60℃以上、発酵期間○ヶ月間発酵させる。

備考3 乾燥工程は、乾燥舎にて○cm厚で堆積し、ロータリー攪拌により行う。

③△△△△肥料は××××株式会社製「□□□□」（○○県知事登録第×××号）を使用する。

④○○○○肥料は□□□株式会社生産の「××××△号」（生第□□□号）を使用する。

肥料取締法施行規則第4条第2号

該当なし

肥料取締法施行規則第4条第3号

該当なし

製造設計書（別頁で提出します）

肥料の名称：〇〇〇〇〇1号												
原料の種類	含有成分量 %	使用 割合%	Mois	TN	AN	TP	CP	TK	CK	WK	CMg	
堆肥1 (牛ふん堆肥 〇〇〇〇)	TN1.44,TP 1.85 TK1.74 Mois34	24	8.1	0.34		0.44		0.41				
堆肥2 (鶏糞堆肥)	TN2.35,TP 6.35 TK6.78 Mois16	24	3.8	0.56		1.52		1.62				
△△△△肥 料	TN3.8, TP4.0 TK4.0 Mois20	25	5.0	0.95		1.00		1.00				
〇〇〇〇肥 料	TN7.0, AN5.0 Mois12	15	1.8	1.05	0.75	0		0				
硫酸アモニウム	TN21.0, AN21.0	12	0	2.52	2.52	0		0				
計算値 %		100	18.7	5.42	3.27	2.96		3.03				
含有主成分 量%			15	5.66	3.42	3.09		3.16				
保証成分 量%				5.3	3.2	3.0		3.0				

レイアウトのため表を回転しています。

表 3-4 必要書類（赤字の項目は必須である。）

<p>1. 登録申請書 2部（押印したもの）</p> <p>所定の書式(本節末ページに例示)に従って作成する。2枚以上になる場合はホッチキスで綴じ、ページ間に代表者印による割印が必要。</p>	<p>8. 製造基準適合確認書もしくは原料供給票の写し（牛由来の原料を使用した場合）</p> <p>牛骨粉等を使用する場合に、BSE拡散防止のため、脊柱等が混合しないことや加熱等による防止策が行われていることを証明するための項目である。</p>
<p>2. 登録見本サンプル 500g以上</p> <p>密閉可能なビニール袋等に封入し、内容を示すラベルを添付する。</p>	<p>9. 石灰硫黄合剤との混合防止念書（リン酸第一石灰とリン酸第一加里が原料の場合）</p> <p>上記の原料を使わない場合は不要である。</p>
<p>3. 登録手数料 収入印紙 53,100円分</p> <p>4. 会社登記簿謄本（本社住所、商号、代表取締役の記載があるもの）</p> <p>初めて肥料登録を取得する場合に必要である。</p>	<p>10. 石灰窒素については、生産概要およびメラミン含有量の分析成績</p> <p>混合堆肥複合肥料には関係のない項目である。</p>
<p>5. 分析証明書 コピー2部</p> <p>混合堆肥複合肥料現物の保証成分量の分析値に加えて、有害成分の分析値も必要である。また、汚泥原料を使用する場合は、上記に加えて汚泥原料の溶出試験結果と植害試験結果（カラーコピー）が必要である。</p>	<p>11. 登録証の返信用封筒 A4紙を折らずに入れられるものに430円切手貼付</p> <p>登録後にFAMIC事務所に直接受け取りに行く場合は不要である。</p>
<p>6. 製造設計書 コピー2部</p> <p>書式に基づき作成する。</p>	<p>12. 原料堆肥の分析値表 各コピー2部</p> <p>13. 原料として使った肥料（有機質肥料等）の分析値表 各コピー2部</p>
<p>7. 会社事業場の概要、工場付近の地図</p> <p>初めて肥料登録を行う場合に必要である。FAMICホームページから書式をダウンロード可能である。公共交通機関での工場へのアクセス方法の記載（所要時間、バス時刻表等も含む）が求められる。</p>	

製造事例①

すすき混合 433号

開発
コンセプト

- ・ 麦水稻および麦大豆輪作圃場の土壌改善と年間施肥の省力化
- ・ 土づくり効果に重点を置き、肥料成分は低めに設定し、堆肥を多量に投入できるように設計

【開発した肥料】

- ・すすき混合 433号 (生第 103493号)
- ・保証成分量 (%) : TN4.0(IAN2.2), TP3.2, TK3.1

【使用した原料】

- ・加工家さんふん肥料 ・鶏ふん堆肥 ・牛ふん堆肥
- ・副産有機質肥料 ・硫安



【原料設計の特徴とポイント】

- ・福岡県の平野部では麦水稻または麦大豆の輪作が一般的であり、作付け間隔が短いため土づくり用の堆肥投入する時間的余裕がない。そこで麦追肥として多量に施用して有機物投入効果を得られるように、肥料成分が低めの混合堆肥複合肥料を開発する。
- ・原料の肉牛ふん堆肥は、自社でペレット堆肥用に 35%以下に低水分化したものを使用している。鶏ふん堆肥はケージ飼い採卵鶏由来のもので、安価な肥料成分供給源となるようにリン酸およびカリ濃度の高いものを選定している。
- ・窒素源として尿素を用いると、堆肥に含まれるウレアーゼにより生成したアンモニアが、pH が高いためガスとなって揮散し、窒素量が設計より減耗する。このため窒素源は硫安を使用する。
- ・味の素九州工場(佐賀県佐賀市)から産出される窒素の豊富な副産有機質肥料「アジ-S 4号」(仮登録肥料、仮生 445号)を配合し、窒素全量とアンモニア性窒素量を確保すると共に、酸性の強さを利用して pH を下げ、製造時の窒素減耗を抑制する。
- ・保証値は N-P-K=4-3-3 と低く設定し、麦圃場に 280~400kg/10a 追肥施用する。

【残された課題】

- ・鶏ふん堆肥の水分変動による製品水分過多

【課題解決の方向性】

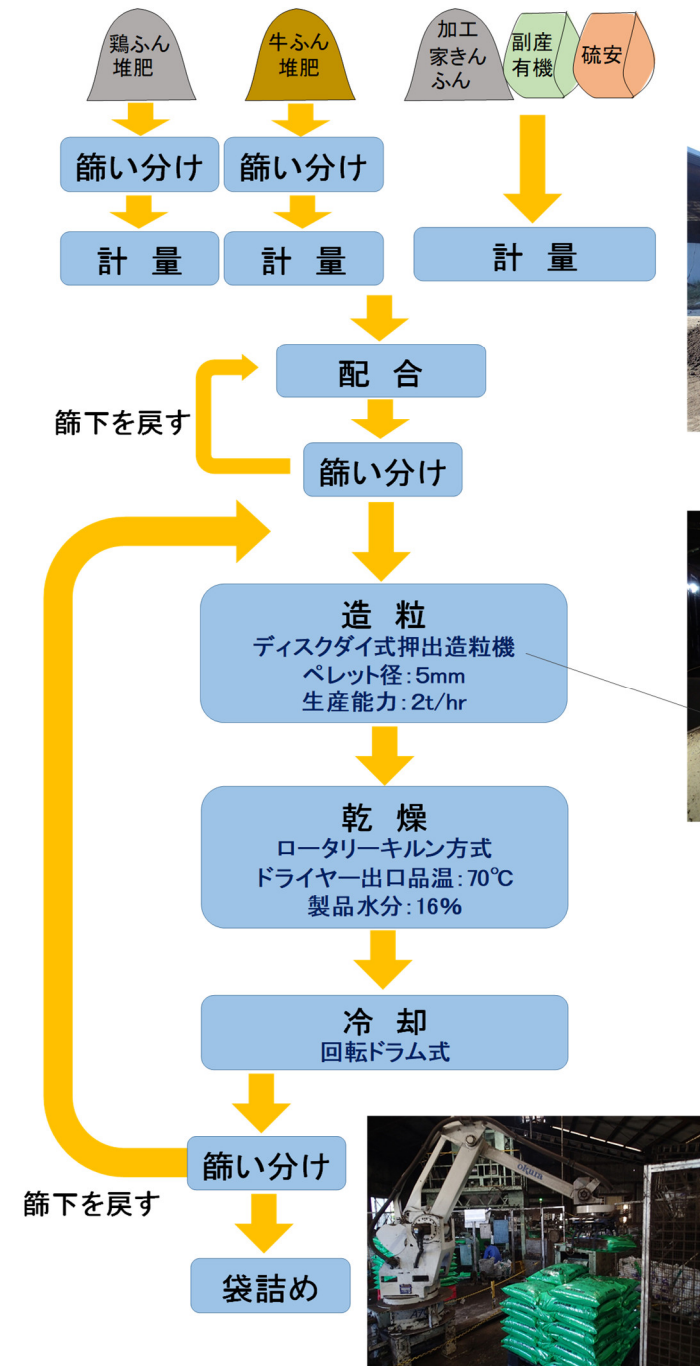
- ・原料水分の低い温暖期に集中製造

【肥料メーカー】 株式会社すすき牧場 (福岡県宗像市)

- ・飼育規模約 2,200 頭の肉牛生産会社
- ・年産約 9,000 t の肉牛ふん堆肥のうち約 500 t をペレット化して販売
- ・普通肥料生産は当肥料が初であり、現在量産化を準備中のため生産量未定
- ・製造設備は乾式ペレット (押出造粒) 1 ライン

【共同開発先】 福岡県農林業総合試験場

【製造工程】



[バックヤードで原料を配合]



[造粒用ローラーおよびダイ]



[工場の外観]



【製品とその物性など】



※分析例

造粒歩留	75%
水分	18%
C/N比	4.8
硬度	4.4 kgf
嵩比重	0.62 kg/L

製造事例②

キャベツ一発堆肥入り037

**開発
コンセプト**

- キャベツ栽培圃場の土壌改善と施肥作業の省力化
- 土づくり効果を期待して、堆肥、苦土、ホウ素を混合
- 省力施肥と持続的な窒素肥効を期待して、ハイパーCDUを混合
- リン酸過剰圃場が多く、リン酸を低成分化

【開発した肥料】

- ハイパーCDU入り混合堆肥複合肥料（生第102424号）
- 保証成分量（%）：TN10.0, TP3.0, TK7.0（ICK5.4, IWK5.3）, CMG1.0, WB0.05

【使用した原料】

- 牛ふん主体の三畜種混合堆肥
- ハイパーCDU
- 硫酸加里
- 尿素
- 鶏ふん燃焼灰
- 米ぬか
- 硫マグ
- ホウ酸塩肥料



【原料設計の特徴とポイント】

- 生産現場で課題となっている土づくり対策として、効果が期待できる原料を選定している。有機物の補給効果及び苦土、ホウ素の補給効果をねらい、牛ふん堆肥及び苦土、ホウ素肥料を混合している。また、秋雨期に行われる追肥作業の省略と施肥効率の向上をねらい、肥効調節型肥料であるハイパーCDUを混合している。
- 化学肥料の使用割合が三要素平均で慣行対比50%削減を目標に原料設計している。
- 原料の家畜ふん堆肥は、粒度が細かく、安定して水分が低いものを選定しており、堆肥センターからフレコンで輸送している。
- 原料として吸湿性の高い尿素有を混合しているため、苦土源に硫酸マグネシウムを使用して固結防止効果をねらっている。
- 製品の水分が10%程度になると保管中にアンモニアガス濃度が高まるため、水分5%を目標に加熱乾燥している。

【残された課題】

- 乾燥温度の設定
- 時間出来高の向上

【課題解決の方向性】

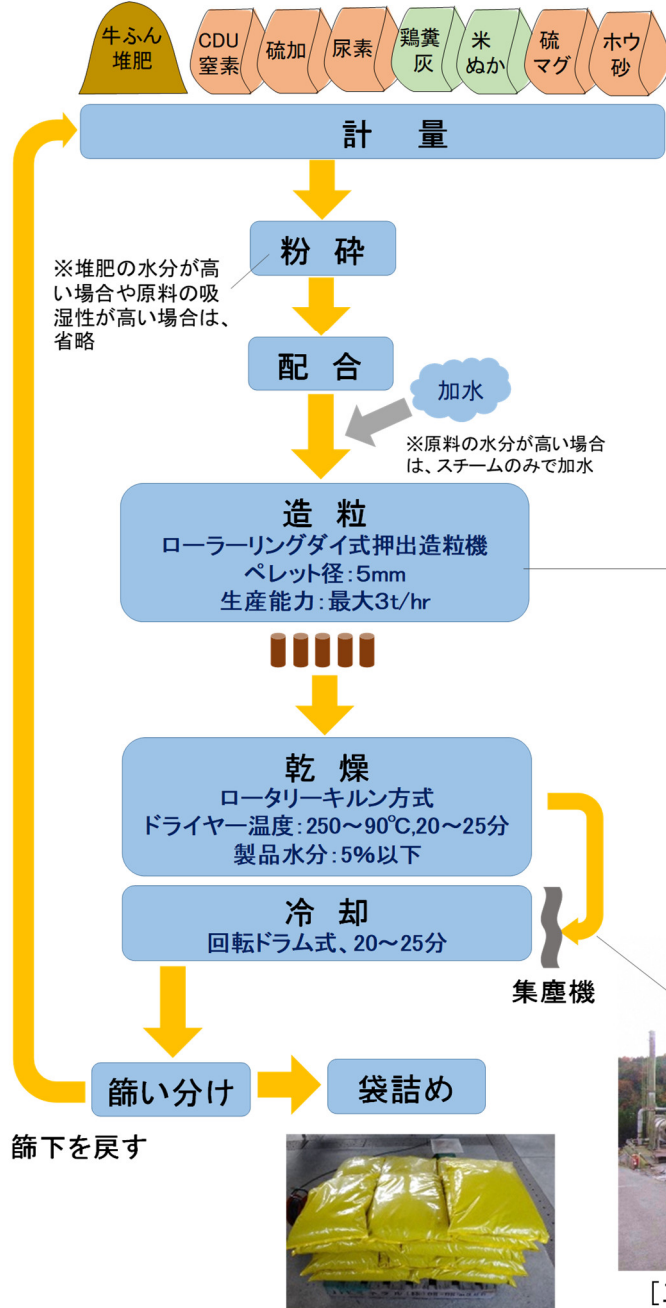
- 乾燥温度は、初回製造時の水分を基に暫定的に決め、その後の生産実績から調整する。
- 時間出来高を向上させるために、原料の米ぬかの量を調節する。一般的に、生ペレットが壊れやすいときは増やし、混練物の粘り気が多い場合は減らしている。

〔肥料メーカー〕 三興株式会社（兵庫県赤穂郡上郡町）

- 有機原料を主体としたペレット肥料を製造。有機質肥料、微生物を活用した土づくり総合メーカー。
- 生産量：年間約1.2万トン、主な品目：有機ペレット複合肥料、土壌改良資材

〔共同開発先〕 岡山県農林水産総合センター

【製造工程】



【原料の投入】



【ペレットミルによる造粒】



【工場外観:クーラー、集塵機など】

【製品とその物性など】



※分析例

造粒歩留	95%
水分	4.4%
C/N 比	2.9
硬度	10kgf 以上
嵩比重	0.74kg/L

製造事例③

エコペレ水稻中生一発221

開発
コンセプト

- 家畜ふん堆肥の有効活用と基肥一発施肥による施肥作業の省力化
- 側条施肥田植機での利用
- 水田の土壌実態に対応したリン酸の低成分化

【開発した肥料】

- くみあい混合堆肥・有機入り・エムコート入り粒状複合 221
- 保証成分量 (%) : TN20.0(IAN3.4), TP2.0(ISP1.4, IWP1.0), TK10.0(IWK9.7)

混合堆肥複合肥料 9.2-3.9-15.8 号（生第 103291 号）、エムコートL100、エムコートS100Hをバルクブレンド



【バルクブレンドに用いた混合堆肥複合肥料の原料】

- 牛ふん主体の三畜種混合堆肥・鶏ふん堆肥・硫安・塩化加里・燐安・ひまし油粕・尿素

【開発した肥料の原料設計の特徴とポイント】

- 家畜ふん堆肥の有効活用を図りつつ、水稻の全量基肥栽培に利用できる肥料の開発を目指して、混合堆肥複合肥料に被覆尿素をバルクブレンドしている。
- 化学肥料の使用割合が三要素平均で慣行対比 50%削減を目標に原料設計している。
- 混合堆肥複合肥料は、被覆尿素（直径 2~4mm、嵩比重 0.74~0.75kg/L）との配合及び側条施肥田植機による施肥作業を考慮して、2.5mm 径のペレット状に成形している。
- 原料の家畜ふん堆肥は、粒度が細かく、安定して水分が低いものを選定しており、堆肥センターからフレコンで輸送している。
- 吸湿性の高い尿素を混合しており、固結防止のためシリカヒュームを粉衣している。

【残された課題】

- ペレット同士がくっついた塊の除去
- 固結防止材の粉衣量の適正化

【課題解決の方向性】

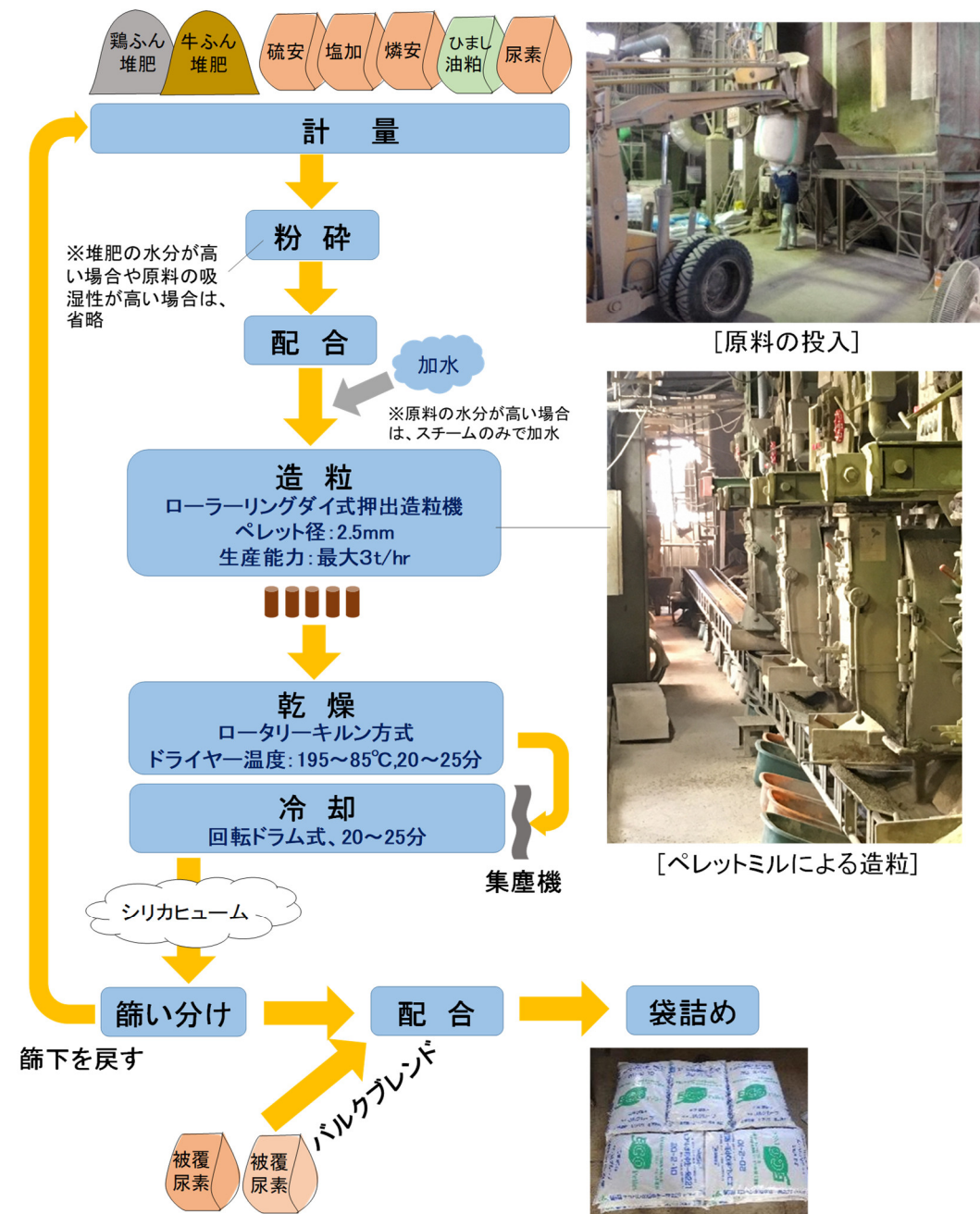
- 適正な篩目の振動ふるいに通し、粗大物を除去する。
- 肥料の単位重量当たりの適正な粉衣量、粉衣方法を設定し、作業実務者によりバラツキが生じないように目合わせを実施する。

【肥料メーカー】 三興株式会社（兵庫県赤穂郡上郡町）

- 有機原料を主体としたペレット肥料を製造。有機質肥料、微生物を活用した土づくり総合メーカー。
- 生産量：年間約 1.2 万トン、主な品目：有機ペレット複合肥料、土壌改良資材

【共同開発先】 岡山県農林水産総合センター

【製造工程】



【製品とその物性など】



※混合堆肥複合肥料等の分析例

造粒歩留	78.6%
水分	1.4%
C/N 比	1.8
硬度	5.9kgf
嵩比重	0.80kg/L
安息角 (BB 肥料)	36.8°

製造事例④

静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3

開発
コンセプト

- ・ チンゲンサイ施設栽培での施肥と土壌改良作業の省力化
- ・ 土づくり効果が期待できる牛ふん堆肥を 45%混合
- ・ 化学肥料由来成分を 60%以上削減して特別栽培に対応

【開発した肥料】

- ・ 静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3 (生第 103501 号)
- ・ 保証成分量 (%) : TN5.0(IAN1.6), TP2.0, TK3.0 (IWK1.0)

【使用した原料】

- ・ 牛ふん堆肥 ・なたね油かす及びその粉末 ・副産窒素肥料
- ・ 硫酸加里

【原料設計の特徴とポイント】

- ・ 静岡県内で生産される堆肥の大半を占める牛ふん堆肥を利用している。
- ・ 牛ふん堆肥は、水分が 43.8% (標準偏差 2.9)、C/N 比が 13.1 (同 0.4) と安定したものを選定している。
- ・ 窒素の 69%、リン酸の 100%、カリの 66%が有機由来で、特別栽培に対応した肥料である。
- ・ 作業性を考慮して、4mm 径のダイスで長さ約 6mm のペレットに成形している。

【残された課題】

- ・ 製造能力 (時間当たり肥料製造量) の向上
- ・ 造粒歩留率の向上

【課題解決の方向性】

- ・ 成形速度向上と乾燥時間短縮に適する原料配合後の含水率を明らかにし、ペレッターへの時間投入量を増やす。
- ・ 乾燥後に篩分けし、篩下を再度混合機に投入する。



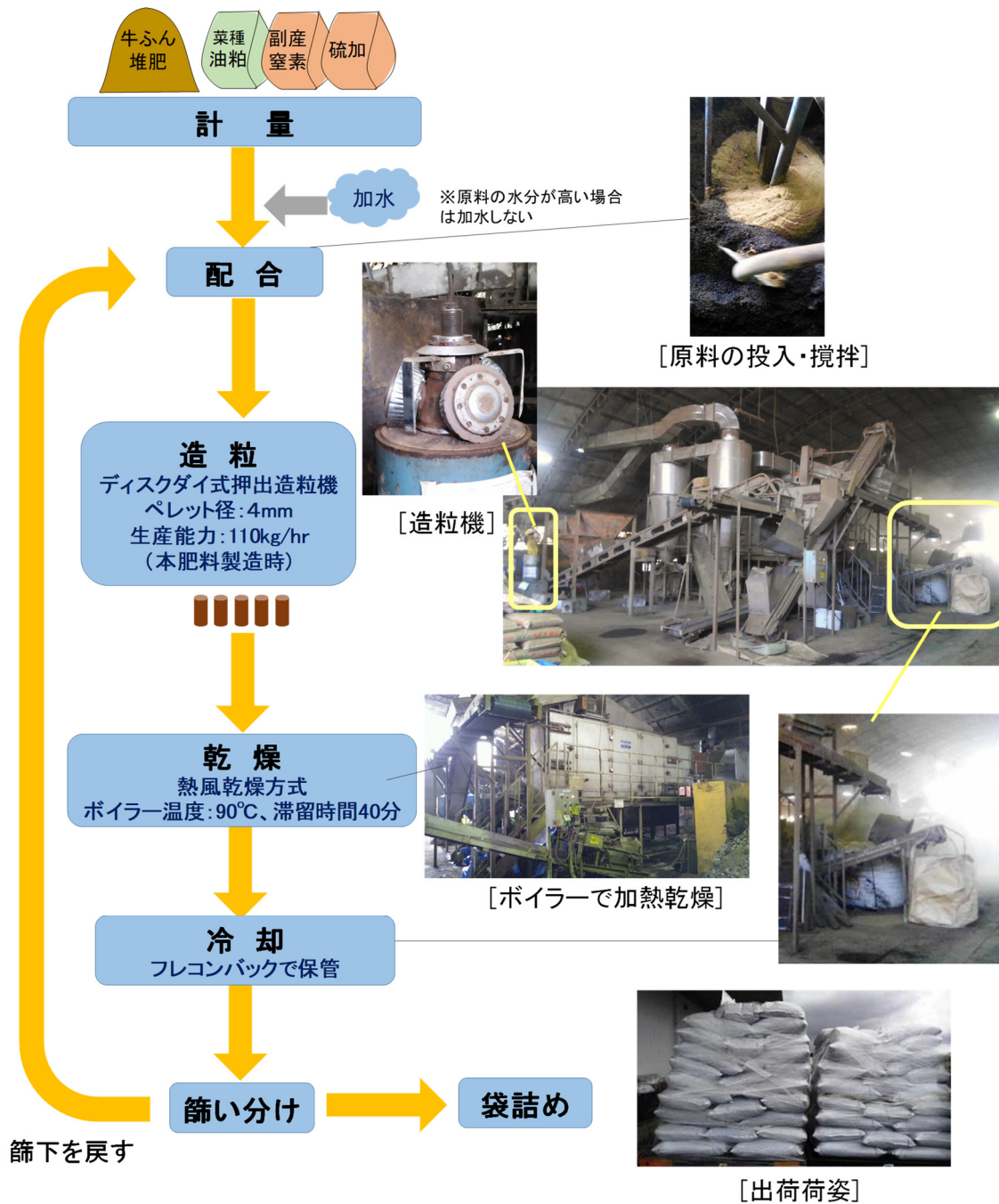
【肥料メーカー】 株式会社ホーチ・アグリコ (静岡県御前崎市)

あなたと守ろう地球を豊かに 苗づくり・土づくり・味づくり 肥飼材専門メーカー
年間生産量 3,000 トン

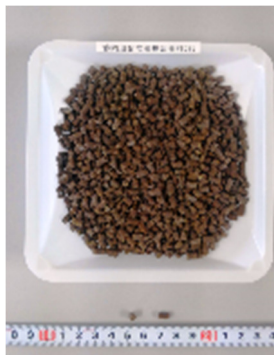
主力品目 育苗培土「ナース・豊土」・ 発酵有機質肥料「むかし肥料」

【共同開発先】 静岡県農林技術研究所

【製造工程】



【製品とその物性など】



※分析例（2018年度製造分）

造粒歩留	67%
水分	7.9%
C/N比	5.5
硬度	9.2 kgf
嵩比重	0.57 kg/L

製造事例⑤

静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5

**開発
コンセプト**

- レタスなど露地栽培での施肥と土壌改良作業の省力化
- 土づくり効果が期待できる牛ふん堆肥を 48% 混合
- イソブチルアルデヒド縮合尿素を配合し窒素肥効を安定化

【開発した肥料】

- 静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5 (生第 104866 号)
- 保証成分量 (%) : TN7.0(IAN3.0), TP2.0, TK5.0 (IWK3.0)

【使用した原料】

- 牛ふん堆肥 ・副産窒素肥料 ・なたね油かす及びその粉末
- 硫酸加里 ・イソブチルアルデヒド縮合尿素



【原料設計の特徴とポイント】

- 静岡県内で生産される堆肥の大半を占める牛ふん堆肥を利用している。
- 牛ふん堆肥は、水分が 43.8% (標準偏差 2.9)、C/N 比が 13.1 (同 0.4) と安定したものを選定している。
- 窒素の肥効安定のため、硫安が主成分の副産窒素肥料と緩効性のイソブチルアルデヒド縮合尿素を利用している。
- 作業性を考慮して、4mm 径のダイスで長さ約 6mm のペレットに成形している。

【残された課題】

- 製造能力 (時間当たり肥料製造量) の向上

【課題解決の方向性】

- 成形に適した原料混合後の適正な含水率を明らかにし、ペレッターへの時間投入量を増やす。

【肥料メーカー】 株式会社ホーチ・アグリコ (静岡県御前崎市白羽)

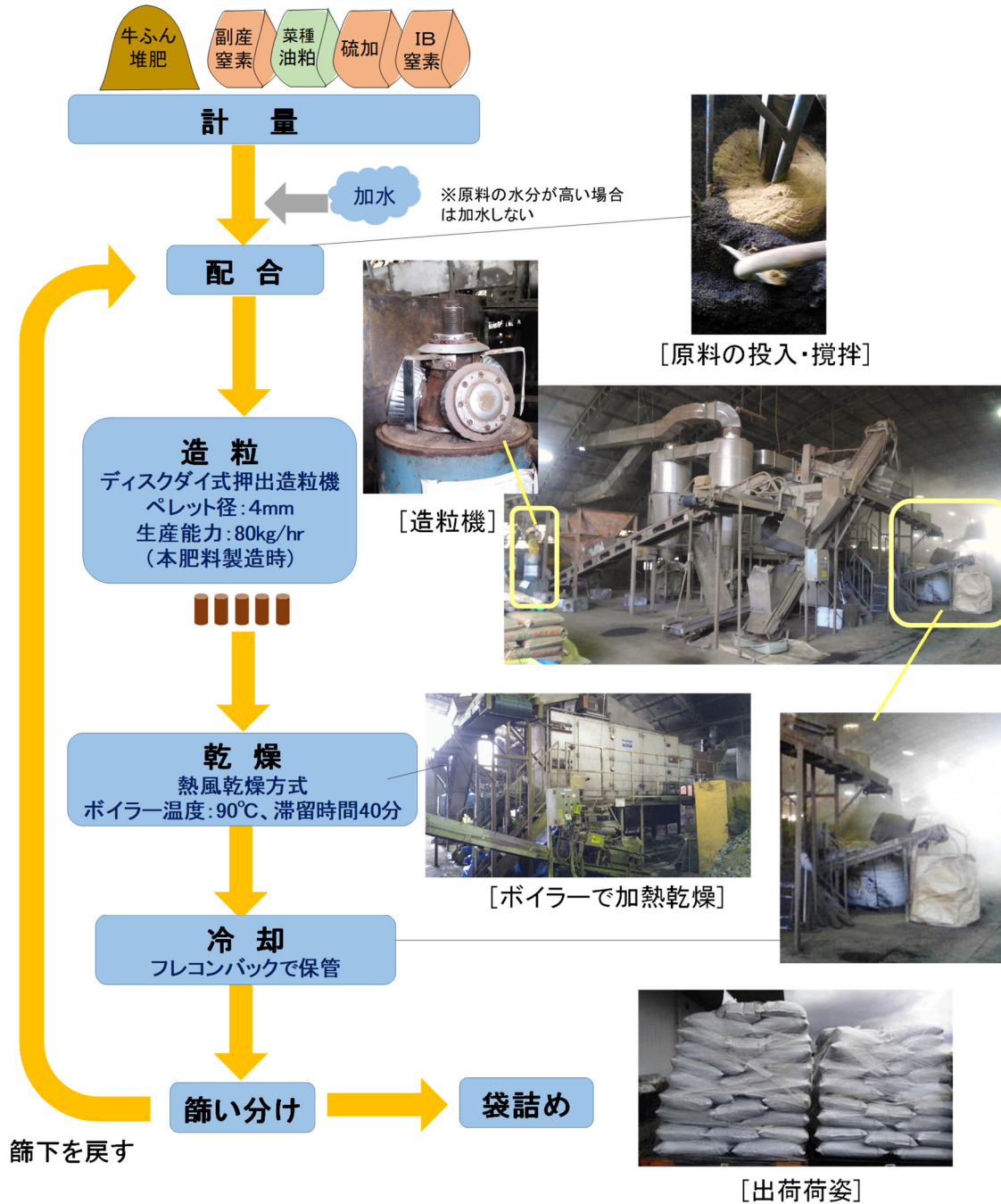
あなたと守ろう地球を豊かに 苗づくり・土づくり・味づくり 肥飼材専門メーカー

年間生産量 3,000 トン

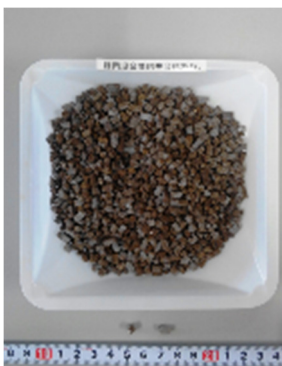
主力品目 育苗培土「ナース・豊土」・ 発酵有機質肥料「むかし肥料」

【共同開発先】 静岡県農林技術研究所

【製造工程】



【製品とその物性など】



※分析例 (2018年度製造分)

造粒歩留	83%
水分	7.7%
C/N比	3.3
硬度	7.7kgf
嵩比重	0.61kg/L

製造事例⑥

牛ふん堆肥入り混合堆肥複合肥料644号（仮称）

**開発
コンセプト**

- 土づくり効果の高い牛ふん堆肥を主体とした混合堆肥複合肥料
- 化学肥料由来成分を5割以上削減し、コスト低減、国内資源活用
- 園芸野菜にて施肥と同時に土壌環境保全を実現
- 保水力の高い堆肥使用により、溶脱抑制、施肥効率向上

【開発した肥料】

- 堆肥・有機入り複合肥料644号（生第101895号）
- 保証成分量（%）：TN6.0(IAN1.5), TP4.0(ICP1.5), TK4.0(ICK2.4, IWK1.7)

【使用した原料】

牛ふん堆肥、ひまし油かす、米ぬか油粕、過リン酸石灰、硫酸、パーム灰、尿素、鶏ふん灰、石膏（粒状化促進材）



【原料設計の特徴とポイント】

- 土づくり効果の高い牛ふん堆肥を4割使用し、施肥と同時に土づくり効果が得られる。
- 上記堆肥の他、有機質肥料、天然系鶏ふん灰、パーム灰を使用することにより、化学肥料をN成分で50%、P成分で50%、K成分で100%代替し、資材コスト低減と海外原料に依存せずに国内資源の有効活用を図っている。
- 堆肥物性は、ペレット造粒及び肥料工場の搬送工程に適合する物理化学性を保有する。
- 堆肥を選抜し、さらに2次堆積により調整を実施している。
- 保水力が高く、炭素含有率の高い牛ふん堆肥と化学肥料を混合造粒することにより、硝酸化成抑制の付与及び塩基成分等の溶脱抑制、土壌のリン酸固定抑制能により、pH、EC等変動抑制、各肥料成分の効率的利用、土壌中の炭素保持等の土壌環境保全能を有する資材となっている。

【残された課題】

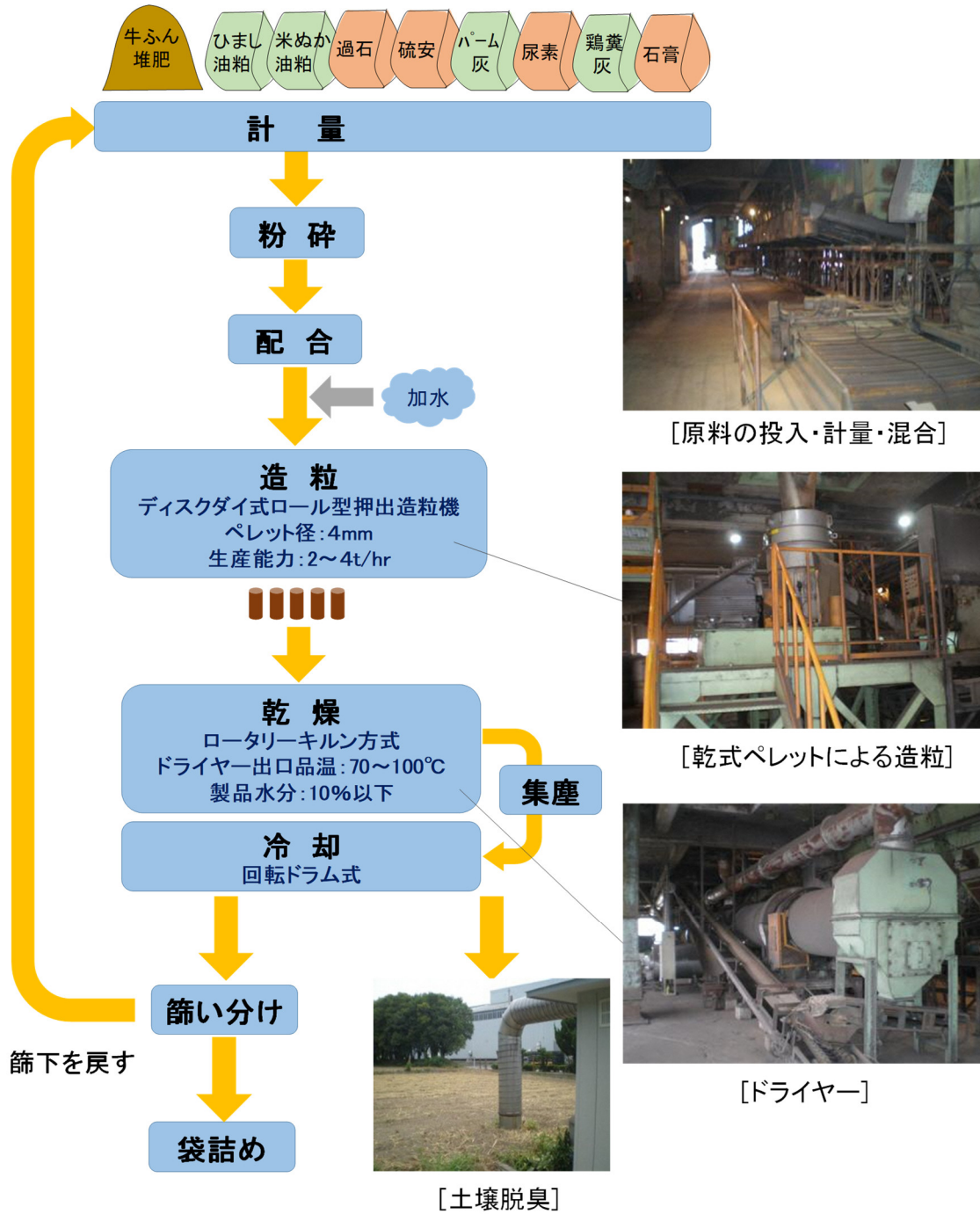
- 堆肥は通常の有機原料と比較し、水分率が高い、粒度が粗い、臭気が強い等、肥料生産管理上、搬送、造粒、乾燥等各工程に課題があり、一定の品質条件をクリアした堆肥でないと、実際の製造ラインで使用するのは困難である。（これら課題の内容及びクリアする品質条件、設備的対応等については第4章にて記載する。）

[肥料メーカー] 朝日工業株式会社：関東工場（埼玉）、関西工場（滋賀）、千葉工場

- リサイクル有機原料から有機原料を主体とした粒状有機複合肥料等を生産
- 造粒設備としては、化成造粒（回転ドラム方式）、乾式ペレット（押出造粒）、ブリケット、アグレット造粒など各種方式を保有。
- 生産量：年間約15万トン、主な品目：化成肥料、有機化成、土壌改良資材、有機原料

[共同開発先] 神奈川県農業技術センター

【製造工程】



【製品とその物性など】



※分析例

造粒歩留	89%
水分	6.0%
C/N比	4.8
硬度	7.6kgf
嵩比重	0.70kg/L

第4章

混合堆肥複合肥料原料に適する堆肥の生産供給について

第1節 要約

混合堆肥複合肥料に用いることのできる堆肥には、成分含量等の制限事項が設定されている。しかしながら制限事項を満たしていれば直ちに原料として用いることができる訳ではない。堆肥は原料や製造法によりその特性が様々なこと、並びに混合堆肥複合肥料の生産には、造粒・乾燥が必須の工程となるため各堆肥の造粒・加工適性等の評価も重要である。

このため本章では、混合堆肥複合肥料の原料堆肥の具備すべき条件を「肥料取締法における原料堆肥の制限事項」と「堆肥の造粒・加工適性（物性）」の面から解説する。特に牛ふん堆肥については、混合堆肥複合肥料原料として使用が難しいため、その留意点について解説する。これらの事項については、本章の最後に「原料堆肥受け渡し時のチェック表」として整理しているので、ご参照いただきたい。また、「原料堆肥の選定・マッチング事例」として本プロジェクト研究での堆肥の選定事例を紹介しているので、参考にいただきたい。さらに、本章の堆肥生産コラムでは、混合堆肥複合肥料の原料に適した堆肥の製造法や堆肥の肥効評価などについて解説しているので、併せて参照いただきたい。

第2節 混合堆肥複合肥料の原料となる堆肥の具備すべき条件

(1) 肥料取締法における混合堆肥複合肥料の原料堆肥の制限事項

混合堆肥複合肥料の公定規格の概要を図4-1に示す。原料堆肥は、動物の排せつ物を主原料（5割以上使用すること）とするものについては、乾物として窒素全量が2.0%以上であり、かつ窒素全量、りん酸全量又は加里全量の合計量が5.0%以上であり、かつC/N比15以下であるものを使用する。また、食品由来の有機物を主原料（5割以上使用すること）とするものについては、乾物として窒素全量が3.0%以上であり、かつ窒素全量、りん酸全量又は加里全量の合計量が5.0%以上であり、かつC/N比15以下であるものを使用するとされている。さらに、堆肥の配合割合は50%以下とされている。なお、堆肥は原料としての品質を確保するため、原則として特殊肥料の届出がされたものを使用するよう指導されている。

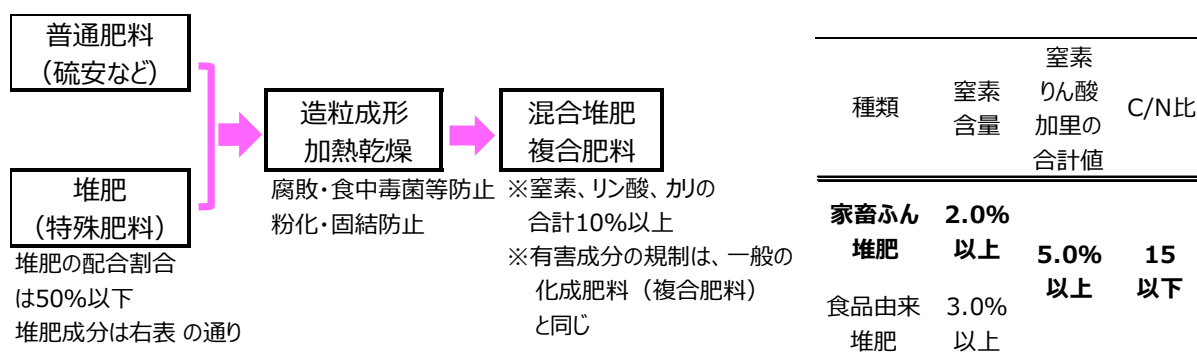


図4-1 混合堆肥複合肥料公定規格の概要
(小宮山・辻あづみ(2013)を改変)

表4-1, 2に2003年に一般財団法人畜産環境整備機構が実施した家畜ふん堆肥の成分の実態調査の結果を示す。

畜種別で見ると、すべての畜種で窒素全量及びC/N比が肥料取締法の公定規格を逸脱するものがあることがわかる(表4-1)。このため、供給する予定の堆肥の成分分析を行って、肥料取締法における混合堆肥複合肥料の公定規格に適合しているかを確認することが必要である。特に乳用牛、肉牛ふんの堆肥では、C/N比の平均値が公定規格から外れていること、堆肥はロットや生産する季節などによって成分値が変動することにも留意し、複数回確認することが必要である。

一方、副資材別(表4-2)で見ると、副資材なしや戻し堆肥利用の堆肥に比べ、おが屑、バーク、もみ殻など副資材を使用した場合、窒素全量は低く、C/N比は高い傾向にある。副資材の混合は、堆肥化に至適な水分条件や仮比重の設定のために重要である一方、混合比が高いと肥料成分の低下、C/N比の上昇が生じる。

表4-1 家畜ふん堆肥の成分特性（畜種別）

畜種	試料数	項目	水分 %*	全窒素%	C/N比	りん酸%	加里%	三要素合計%
公定規格	--	--	--	2%以上	15以下	--	--	5%以上
乳用牛	319	平均	52.3	2.2	17.6	1.8	2.8	6.8
		最大	82.9	5.6	40.8	13.3	7.7	--
		最小	15.7	0.9	7.0	0.5	0.2	--
肉牛	303	平均	52.2	2.2	19.0	2.5	2.7	7.4
		最大	76.6	4.1	39.3	6.7	7.1	--
		最小	10.5	0.9	9.6	0.5	0.4	--
豚	144	平均	36.7	3.5	11.4	5.6	2.7	11.8
		最大	72.0	7.2	26.6	22.7	6.6	--
		最小	16.6	1.4	6.0	1.6	0.3	--
採卵鶏	129	平均	22.9	2.9	9.5	6.2	3.6	12.7
		最大	58.7	6.2	21.5	20.9	5.8	--
		最小	6.4	1.4	4.9	1.7	1.2	--
ブロイラー	27	平均	33.0	3.8	10.6	4.2	3.6	11.6
		最大	60.1	5.6	20.1	9.2	7.6	--
		最小	15.4	2.1	7.3	1.0	1.1	--

* 水分は現物、他は乾物あたりの値

堆肥化施設設計マニュアル（畜産環境整備機構（2005）より作成）

表4-2 家畜ふん堆肥の成分特性（副資材別）

副資材種	試料数	水分% *	全窒素%	全炭素	C/N比	りん酸	加里%	三要素合計%
公定規格	--	--	2%以上	--	15以下	--	--	5%以上
なし	198	33.5	3.2	32.3	11.3	4.9	3.2	11.3
戻し堆肥	48	28.1	3.5	32.1	10.5	4.8	3.4	11.7
もみ殻	74	46.2	2.4	33.8	15.6	3.5	2.9	8.8
バーク	20	56.2	2.6	39.0	16.4	1.9	2.1	6.6
おが屑	234	48.1	2.4	38.8	17.6	3.0	2.9	8.3
その他	928	47.7	2.4	37.4	16.9	2.9	2.8	8.1
全体	1502	45.3	2.5	36.6	16.0	3.3	2.9	8.7

* 水分は現物、他は乾物あたりの値

堆肥化施設設計マニュアル（畜産環境整備機構（2005）より作成）

C/N比の低い堆肥の製造法の一例として、戻し堆肥による牛ふん堆肥生産方法について、堆肥生産コラム①（P55）にて説明しているので参照頂きたい。

表4-3 主な副資材の成分特性

副資材種	水分% *	全窒素%	全炭素%	C/N比	りん酸%	加里%
稲わら	約10	0.5-1.0	30-40	50-60	0.2-0.5	2.0-2.5
麦わら	約10	0.5-1.0	40-45	60-70	0.1-0.3	2.0-2.5
おが屑（広葉樹）	約10	0.0-0.1	45-50	500-	0.0-0.1	0.1-0.2
バーク（樹皮）	約30	0.0-0.1	45-50	500-	0.1-0.2	3.0-4.0
もみ殻	約10	0.3-0.5	35-40	70-80	0.1-0.3	0.5
米ぬか	約15	2.0-3.0	45-50	20-25	4.0-5.0	1.5-2.0
ソバ殻	約15	2.0-2.5	40-50	20-30	1.0-1.5	1.0-1.5
コーヒー粕	約75	2.5-3.0	45-50	15-20	0.1	0.1

* 水分は現物、他は乾物あたりの値
堆肥化施設設計マニュアル（中央畜産会（2003）より引用）

以上、表4-1, 2に示したように、堆肥の成分値は、畜種や副資材の種類、配合比によって異なるため、常に公定規格の基準に適合する堆肥を供給するためには、これらの事項に留意することが必要である。表4-3に主な副資材の成分特性を示したので、原料配合の参考としていただきたい。

（2）混合堆肥複合肥料原料堆肥の造粒・加工適性（物性）について

混合堆肥複合肥料生産では、造粒・乾燥することが必須となる。一方、堆肥の生産方法は、各種の方式があり、生産方法や原料配合により堆肥の物性は異なる。このため、使用する堆肥の造粒・加工特性等の物性を把握することが必要である。堆肥の配合割合の多少や造粒方法（図3-1前出）により多少造粒適性が異なるが、ここでは最も堆肥造粒適性が高い押し出し造粒（ペレット造粒）での原料適性について、水分、粒度、異物混入、熟度、かさ比重、保水性の項目ごとに解説し、判断指針を示す。

1. 水分

原料堆肥の水分は、一般的に密閉型の施設で堆肥化した場合は40%以下と低いが、開放型の施設で堆肥化した場合は50~60%程度と高く、さらに夏場に比べて冬場に高くなる。保管・輸送の際、高水分の堆肥をフレコンバックに充てんとすると、嫌気状態となり堆肥品質が悪化したり、フレコン内で固まり排出不良となったりする場合があるため、注意が必要である。

水分が高くなると、粘り、付着性が増加し、搬送工程でのコンベアへの付着や造粒機のローラーの滑りなどが生じ通過性、生産性が悪化する。一方、水分が低くなると凝集力低下による粉化や、高硬度による詰まりを発生する。このように水分は高すぎても、低すぎても弊害が生じる。一般的には水分が低い場合、加水することにより造粒条件の調整を容易に行える。押し出し造粒法により造粒する場合、堆肥の水分を40%程度以下に調整することが必要である。堆肥製品の水分を低くするためには、堆肥化時操作では、通気を多めにおこなうことなどにより水分蒸散を促進する、もしくは、堆肥の乾燥工程を導入することが必要になる。

なお、造粒方法によっては、造粒を含水率が高い条件で行うことが可能である。この場合、原料堆肥の水分は比較的高くてよい。しかしながら、造粒後の肥料乾燥時のエネルギー負荷が大きくなるため、より能力の高い加熱乾燥設備が必要となる。堆肥の水分低減方法については、堆肥生産コラム③（P57）にて紹介しているので参照頂きたい。

2. 粒度

原料堆肥の粒度が大きいとかさ比重も低くなるため、フレコンバックでの輸送、在庫にあたって、一度に輸送可能な重量が減少し、貯蔵に要するスペースも必要となる。また、肥料生産にあたっては、粒度が大きければ、凝集性も低下し、生産効率が低下しやすい。このため、混合堆肥複合肥料の原料とする場合、切り返しなどの際になるべく、粒度が細くなるように攪拌操作を念入りに行う、もしくは、ふるいがけをして細粒の堆肥をより分けるなど粒度を細かくするための取り組みが必要となる。

ディスクダイ方式の押し出し造粒では、加圧力が強く水分が適正であれば、破碎しながらの造粒が可能である。ある事例では、原料堆肥の粒の最大径が30mm以下、かつ、4mm径超の堆肥の粒数の全粒数に対する割合が20%以下の条件であれば、良好な造粒が可能だった。

3. 異物混入

造粒時に金属や石などの異物が混入した場合、極めて重大な障害を生じる。磁石で吸着可能な鉄製のものであれば、磁力選別などで選別可能だが、石など磁力選別できない異物の混入の可能性がある場合は、注意が必要である。

このため、これらの異物は予め除去する対策を講じるか、鉄製のものであれば、磁力選別などの導入を検討することが必要となる。

4. 熟度（臭気・安全性）

堆肥は、堆肥化処理の過程で微生物分解により易分解性有機物、水分が減少し、無機成分割合が上昇する（窒素成分はアンモニアガスとして揮散し、減少することもある）（図4-2）ため、その分解状況（熟度）にも留意することが必要である。また、堆肥化時には微生物の活動により品温が60℃程度まで上昇するが、これにより病原菌や混入した雑草種子を死滅させる効果もある。このため十分に温度上昇が認められた堆肥を生産することが必要である。

堆肥化が不十分な場合のふん臭などの悪臭、pHが高い場合、アンモニアガスの揮散などが想定される場合は十分な臭気対策が必要である。堆肥保管時でも40%以上と水分が高い場合、分解の進行による臭気の発生も懸念される。このため、堆肥を混合堆肥複合肥料原料として使用する場合、水分を低下させるとともに、十分な堆肥化を行うことが必要となる。

5. かさ比重・保水性

かさ比重が小さいと一度に輸送可能な重量が減少し、原料堆肥の運搬の経費、労力の増加が生じる。また、原料堆肥のかさ比重が小さい場合、配合によっては、混合堆肥複合肥料製品の比重も小さくなり、肥料散布の際、多容量の散布が必要となるなどの弊害が生じる可能性がある。おが屑などの副資材の混合が多いとかさ比重は小さくなる。主な副資材の成分特性は、表4-3に、かさ比重（容積重）や保水量（吸水率）などは、表4-4に示したので、配合検討の参考にさせていただきたい。堆肥化を十分に行うことで、資材の分解により、材料の形状を認められなくなるとともに、細粒化し、かさ比重も大きくなる。

堆肥は一般の有機原料と比較し、保水性が高く、造粒適正水分も高い。しかし上記の通り、一般に原料水分が高いとハンドリング性で問題を生じ易い。ハンドリング性の改善方法としては、低水分で保水性の高い副資材の添加等があるが、木質系の場合、添加量が多いとC/N比が高くなり、混合堆肥複合肥料の規格を外れる場合があるので注意が必要となる。

以上のように、混合堆肥複合肥料の原料堆肥の製造においては、かさ比重、保水性の両面の特性を考慮した副資材の選定、配合比の検討が必要である。

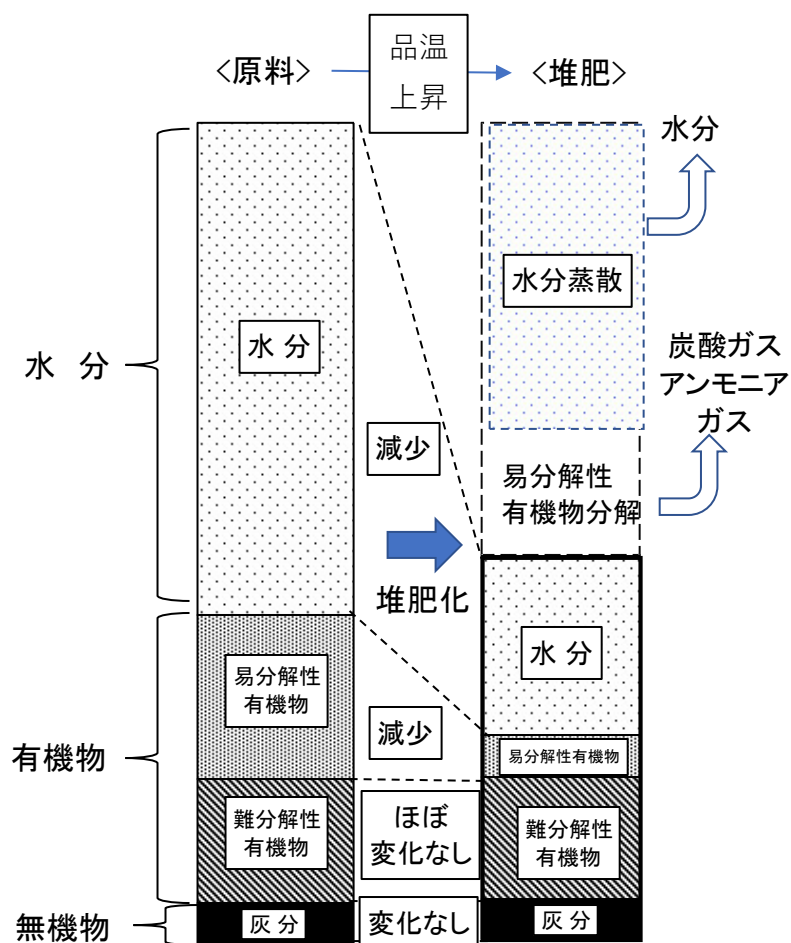


図4-2 堆肥化時の物質変化の模式図（竹本原図）

表4-4 各種副資材の性状

資材	水分 (%)	容積重 (t/m ³)	吸水率 (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N比	セルロース (%)	ヘミセルロース (%)	リグニン (%)
オガクズ	25~45	0.2~0.25	280~450	44~60	0.03~0.53	230~1670	50~60	10~25	20~38
スギ	17.1~26	---	310	45.2~50.9	0.08~0.16	283~636	49~56.6	13.5~21.1	28~37
マツ	15.2~29	---	280	44.8	0.13	345	48.6~58.3	13.7~23.8	24.9~31
ヒノキ	24.5~31	---	350	43.9~51.6	0.04~0.19	231~1295	50.8~58.1	12.3~20.7	25.7~35
ラワン	23.7~27	---	280	46.0~48	0.11~0.13	354~436	---	---	28.9
ハイマツ	15.2	---	---	50~60.1	0.03~0.53	1150~1670	---	---	25.6
ハムツク樹皮 (パーク)	45	---	---	52.4	0.24	218	21.9	11.7	38.1
チップ	19.3	0.1	152	45	0.1	450	---	---	---
稲わら	9.7~15	0.05	300~430	35.6	0.61	58	24.7	20.6	7.7
小麦わら	9.2~11.9	0.03	226~498	37.3	0.3	124	---	---	---
大麦わら	12~15	0.02	285~443	---	---	---	---	---	---
もみ殻	9.5~15.0	0.1~0.13	75~80	33.5~39.8	0.56	60~72	32~42	29~37	1.3~38
粉碎もみ殻	8.3~9.1	0.2	136~250	---	---	---	---	---	---

堆肥化施設設計マニュアル (中央畜産会 (2003) より引用)

(3) 混合堆肥複合肥料原料としての牛ふん堆肥の適性

豚ふん堆肥・鶏ふん堆肥は副資材なしで密閉型発酵装置などで堆肥化されることが多い。このため、均質で、水分が比較的低いなど取り扱い易い堆肥が多いことから、混合堆肥複合肥料原料としての適性が高く、利用が進んでいる。以下に豚ふん堆肥での品質基準 (例) を示す (表4-5)。

これに対し、牛ふんは他の家畜ふんと比較し、水分含量が高いため堆肥化時に副資材が多く使用されている。このため、出来上がる堆肥の成分、物性に幅がある。前述のように成分面では、窒素全量が低いものやC/N比が15を超えるものが多い。このため、牛ふん堆肥を混合堆肥複合肥料原料として使用した場合、なるべく副資材の使用量を低減するなどの取り組みが必要である。また、物性面 (かさ比重や保水性など) も変化するため、留意が必要である (P50 第5項を参照)。

堆肥生産コラム② (P56) に副資材の造粒への影響評価の取り組みを掲載しているので、ご参照いただきたい。

以上のような混合堆肥複合肥料原料として留意すべき堆肥の原料特性について、表4-6に原料堆肥の品質チェックリストとして整理した。原料堆肥の取引の協議などの際にご活用頂きたい。

表4-5 豚ふん堆肥の混合堆肥複合肥料原料としての品質基準の例

1) 成分 (%)

	TN	TP	TK	C/N比	水分
最低基準	2%以上	NPKで5%以上		10以下	
希望値	3%以上	4%以上	2%以上	10以下	25%以下

2) 物性

異物の混入がないこと。トロンメル（回転篩）等による粒度調整が望ましいこと。
試験機による造粒試験で造粒性、ハンドリング性に問題がないこと。

3) 堆肥生産方式

密閉縦型方式が品質として望ましい。
2次発酵ヤードを保有し、熟成保管可能が望ましい。
生産規模は、品質・供給の安定性から200トン/年規模以上が望ましい。

4) 腐熟度

発酵は好気性発酵を維持していること。
幼植物試験での発芽生育に障害が認められないこと。

5) 臭気

臭気センサー及びガス検知管の確認で臭気上で問題がないこと。

6) 特殊肥料の届出が完了していることが望ましい

(浅野智孝(2017)より引用)

第3節 その他

堆肥成分の肥効特性について

混合堆肥複合肥料の公定規格では全分量を保証するよう規定されている。しかしながら堆肥に含まれる成分はそのすべてが化学肥料と同等の肥効を示すわけではない。特に牛ふん堆肥では窒素の8~9割は有効ではない。堆肥生産コラム④、⑤(P58~60)に堆肥成分の肥効について説明しているので参照頂きたい。

マッチング事例について

原料堆肥のマッチング事例として本プロジェクト研究での堆肥の選定事例を紹介する。(P61~70)

表4-6 原料堆肥受け渡し時のチェック表（例）

混合堆肥複合肥料原料 としての品質基準項目	チェック 欄	概 要
1. 法的規制（肥料取締法）		
肥料取締法 届出		(1)肥料取締法に基づく堆肥（特殊肥料）の届出が完了しているか？
肥料取締法 公定規格		(2)肥料取締法に基づく混合堆肥複合肥料の公定規格（*1）を満たしているか？
		*1 ① 全窒素含量（家畜ふん堆肥 2% 食品残渣堆肥 3%）以上
		② 窒素、りん酸、加里含量の合計が 5%以上
		③ C/N 比が 15 以下
2. 有害性		
塩分濃度		(1)必要に応じて、確認しているか？
クロピラリド残留程度		(2)必要に応じて、確認しているか？
副資材の種類		(3)建築廃材等、有害物の混入の可能性のある資材の利用はないか？
3. 異物混入		(1)堆肥以外の異物（*2）の混入がないか？
		*2 石や金属（釘など）、プラスチック、ガラス片など
4. 原料の物性		
含水率		(1)含水率は、低い値になっているか？ 低いほうが成形の際の配合調整が容易である。 高いと運搬性も低下する。
高比重		(2)あまり軽いと運搬性が低下する。 また、製品高比重が低くなる可能性がある。 含水率が低いと低下する。
粒径（粒度）		(3)なるべく細かいことが望ましい。
粉塵		(4)粉体状になると粉塵発生の問題が生じる可能性があるため、 粉体状でないことが望ましい。
5. 臭気		(1)堆肥臭、もしくは臭気が低いことが望ましい。

第4章 混合堆肥複合肥料原料に適する堆肥の生産供給について

受け渡し品質基準 記入欄 ※	受け渡し品質基準 記載例	備考
特殊肥料の届出 (済・未・その他) 全窒素含量 () %以上 全加里含量 () %以上 C/N比 () 以下 その他 () 塩分濃度 () % 以下 クロピラリド残留 ()	全窒素含有率 2.5%以上 全加里含有率 3.0%以上 C/N比 12 以下 塩分濃度 Cl 1%以下 クロピラリド残留 生物検定で反応しない	<ul style="list-style-type: none"> ・ 副資材の種類・配合によっては、成分が低く (C/N比は高く) なり、混合堆肥複合肥料の公定規格に適合しない場合も生じる。 ・ 塩分濃度、Cl濃度、Na濃度、ECなどで判定する。 ・ 塩分濃度、クロピラリド残留程度が高いと、使用できない場合もある。
異物混入	異物混入 目視で検出されないこと	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堆肥原料や施設部材の混入により発生する
含水率 () %以下	含水率 40%以下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 牛ふんの水分含量は通常、80%以上であるため、堆肥化のため、副資材と混合し、含水率を60~70%程度に調整する。 ・ 牛ふん堆肥の水分は、造粒に適する水分条件より高い場合が多い。
高比重 () 以上	高比重 0.7 以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ おが屑など高比重が低く、吸水性の高いものが使用されるため、副資材の配合比が高いと堆肥の高比重は低くなる場合が多い。
粒径 () mm 以上が () %以下	粒径 40mm 以上が 10%以下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堆肥粒度は、細かいほうが適するが、一方、粉体状になると粉塵発生の問題が生じる可能性がある。
粉塵発生 ()	粉体状でないこと	
臭気 ()	ふん臭がしないこと	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堆肥化が未熟であると、ふん臭の生じる可能性が高い。

※ それぞれの項目の適正值については、造粒の方式や製造工場の設備等によって異なる。

堆肥の受け渡しに際しては、生産者、使用者間で協議し、引き渡しの基準を作成することが望ましい。

【堆肥生産コラム①】

原料堆肥規格に適合した C/N 比の牛ふん堆肥生産方法

乳牛ふんは含水率が高いため、堆肥化時には副資材を用いて水分調整をします。副資材は C/N 比が高いものが多く、副資材の混合割合によってはできた堆肥の C/N 比も高くなります。

混合堆肥複合肥料の原料として使用するには、C/N 比の低い牛ふん堆肥が必要です（C/N 比 15 以下）。C/N 比の低い牛ふん堆肥の生産方法として、戻し堆肥を水分調整材として利用した堆肥化方法を紹介します。

○ 戻し堆肥を用いた家畜ふんの堆肥化方法

製品堆肥を生ふんの水分調節材として用いて、連続的に生ふんを堆肥化する方法で、その概要は次のとおりです。

- ① 乾燥床で天日により生ふんの含水率を 60% 程度の半乾燥（生乾き）状態にします。
- ② これを 2～3 日堆積すると、60～70℃ 以上に温度上昇します。3 日に 1 回程度の割合で攪拌を繰り返すと約 2 週間後に温度はやや低下し、この間の発酵熱により含水率は 40% 程度に低下して、取り扱いやすい状態になります。
- ③ これをタネ堆肥とし、ほぼ同容積（冬の低温時は 0.6～0.7 容積程度）の生ふんを混合し、乾燥床で攪拌します。続いてこれを堆積すると、2～3 日で 60～70℃ 以上に温度上昇します。その後 3～4 日に 1 回の割合で堆積物を攪拌すると、含水率が低下していきます。
- ④ この一部は製品堆肥として出荷し、残りに、同容積（冬の低温時は 0.6～0.7 容積程度）の生ふんを混合し、③の攪拌・堆積の操作を繰り返します。

本方法は、製品堆肥を水分調節材として用いるため、他の副資材が不要という利点があり、肥料成分が高く、C/N 比も低い製品が得られます。

一方で、繰り返し処理するうちに堆肥の塩類濃度が上昇したり、タネ堆肥のみで水分調整を行うことで通気性が低下したりするので、注意が必要です。

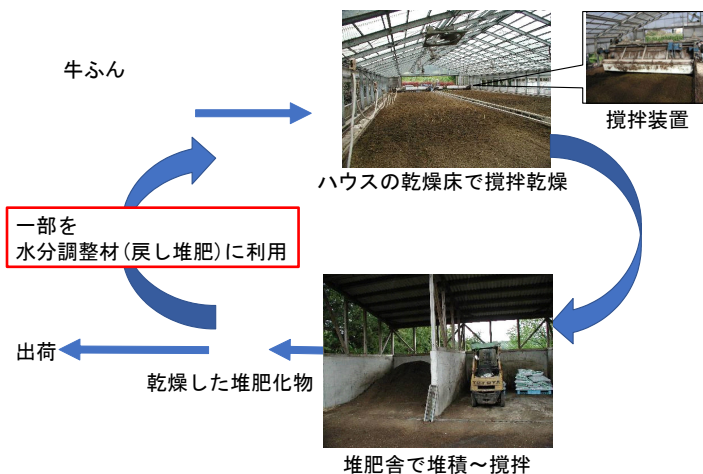


図 4-3 戻し堆肥による堆肥化（竹本原図）

詳細は、神奈川県作物別施肥基準の「有機質資材の施用～家畜ふん堆肥の堆肥化法」の項を参考にしてください。<http://www.pref.kanagawa.jp/docs/f6k/cnt/f6802/index.html>

【堆肥生産コラム②】

堆肥の副資材の違いが造粒性に及ぼす影響は？

牛ふんは含水率が高いため、堆肥化する際の水分調整に副資材を多く使います。水分調整に使われる副資材には、剪定枝のような硬いものから、稲わらのような柔らかいものまで、さまざまなものが使われており、副資材の違いが、混合堆肥複合肥料を製造する際の造粒性に大きく影響する可能性が考えられました。

そこで、下図に示したような副資材や熟度の異なる堆肥を製造し、小型の造粒試験機で造粒試験を実施して、堆肥の副資材や熟度がペレットの生産効率と造粒性に与える影響を調べてみました。その結果、堆肥化が順調に進んでいけば、副資材の影響は8週間の堆積でほとんど目立たなくなり、乾式造粒法での造粒に与える影響は小さいことがわかりました。

こうしたことから、造粒方法が異なれば、副資材の影響がある可能性もありますが、乾式造粒法であれば、牛ふん堆肥に含まれる副資材は、混合堆肥複合肥料の製造の際に、あまり気にしなくてもよいようです。



図4-4 副資材別牛ふん堆肥の性状変化と製品肥料の特性 (竹本原図)

- ※1 歩留：製品肥料のうち、形状が崩れていないものの割合。図中では、2mmを通過しないものの割合で示した。
- ※2 硬度：製品肥料の粒の硬さで2kgf以上の値であれば問題ない。

【堆肥生産コラム③】

堆肥の造粒適正水分への調整方法

牛ふんの場合、含水率が80%以上と高いので、副資材の添加などにより、含水率を70%程度まで調整して堆肥化を行います。このため、堆肥化の終了した時点での牛ふん堆肥の含水率は50~60%になります。しかし、混合堆肥複合肥料の原料としては、造粒面（造粒時の水分調整が容易）や流通面（含水率が高いと水を運んでいるようなもの）から見た場合、堆肥の含水率は40%以下にすることが必要でした。

ここでは、畜産農家側で水分低下を行う方法についてご紹介します。

○乾燥に使用する敷地に余裕がある場合：

ガラスハウス内に牛ふんを広げて攪拌を行うことで、10日（6月実施 最高外気温 34.1℃）で75%から40%まで低減が可能で、更に20日では10%程度まで低減が可能でした（図4-5）。

○乾燥に使用する敷地に余裕がない場合：

堆積した山に通気を行うことによって、水分の低減が可能です。牛ふん堆肥を山に堆積（約2m³）し200L/minで通気、切り返しを1~2週1回実施することにより、40日間で約70%から55%程度まで低下させることが可能でした。さらに米ぬかのような易分解性有機物を添加して高温状態を維持すると、50%以下まで堆肥水分を低減することが可能でした（図4-6）。

混合堆肥複合肥料原料として堆肥を利用する場合、これらの手法を参考に現場に適用し、できる限り堆肥水分の低減を図ることが必要です。

	①	②	③	④	⑤
期間	6/12 ~6/17	6/18 ~6/19	6/20 ~6/24	6/25 ~6/26	6/27 ~7/2
最高気温	29.5	28.5	28.4	31.9	34.1
平均気温	19.7	21.0	21.3	25.9	27.6
最低気温	14.5	16.7	18.0	18.9	23.7
平均湿度(%)	89.9	87.3	93.6	81.4	82.0
降水量(mm/日)	0.1	1.75	16.9	0.0	0

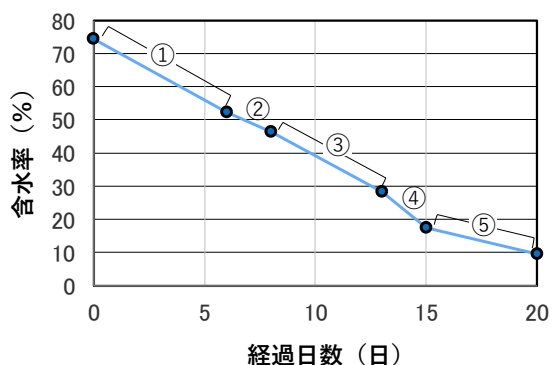


図4-5 乾燥床での含水率変化（竹本原図）

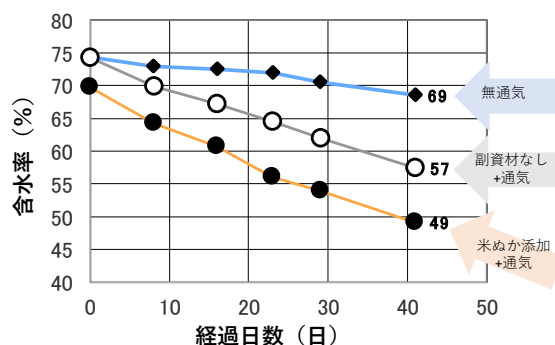


図4-6 堆積条件での含水率変化（竹本原図）

【堆肥生産コラム④】

家畜ふん堆肥の窒素肥効推定法

家畜ふん堆肥に含まれる窒素成分のほとんどは有機態ですが、土壌中ではその有機態の一部が無機態窒素となり、もともと含まれている無機態窒素とともに植物に吸収されます。そのため混合堆肥複合肥料の設計にあたっては堆肥由来の無機態窒素（窒素肥効といいます）を勘案することも重要です。

家畜ふん堆肥の窒素肥効とそのパターンを化学分析により推定する方法は、岐阜県農業研究センター「家畜ふん堆肥の肥効評価の解説と分析マニュアル」に提示されています。

http://www.g-agri.rd.pref.gifu.lg.jp/taihi_manual/index.html

以下にその概要を示します。

1. 牛ふん堆肥・豚ふん堆肥

デタージェント分析（利用コラム②P13 参照）によりAD可溶有機物を測定し、250mg/g 乾物未満か以上かで分別します（図4-7）。250未満であれば無機態窒素のみを測定し、その数値を速効性窒素とし、緩効性はゼロとします。250以上の豚ふん堆肥であれば無機態窒素、AD可溶性窒素を測定し、それらの数値と地温から速効性窒素と緩効性窒素を推定します。

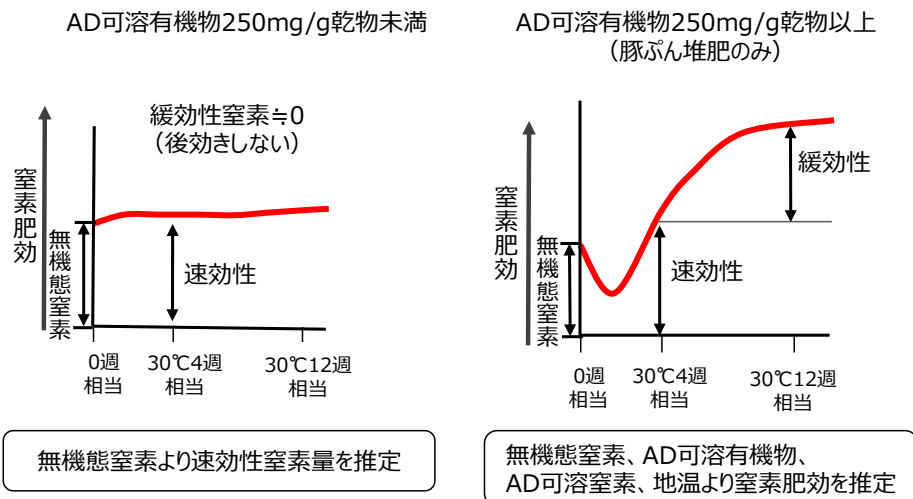


図 4-7 牛ふん堆肥と豚ふん堆肥の窒素肥効パターンと推定に必要な分析値（小柳原図）

推定に必要な分析値については同 URL にて簡易な分析法が示されています（図4-8）。高価な機器を必要とせず、概ね2日以内に分析可能です。また、無機態窒素分析に用いた塩酸抽出液を小型反射式光度計に供試することにより、カリ、酸可溶性リン酸、カルシウム、マグネシウムの分析も可能です。

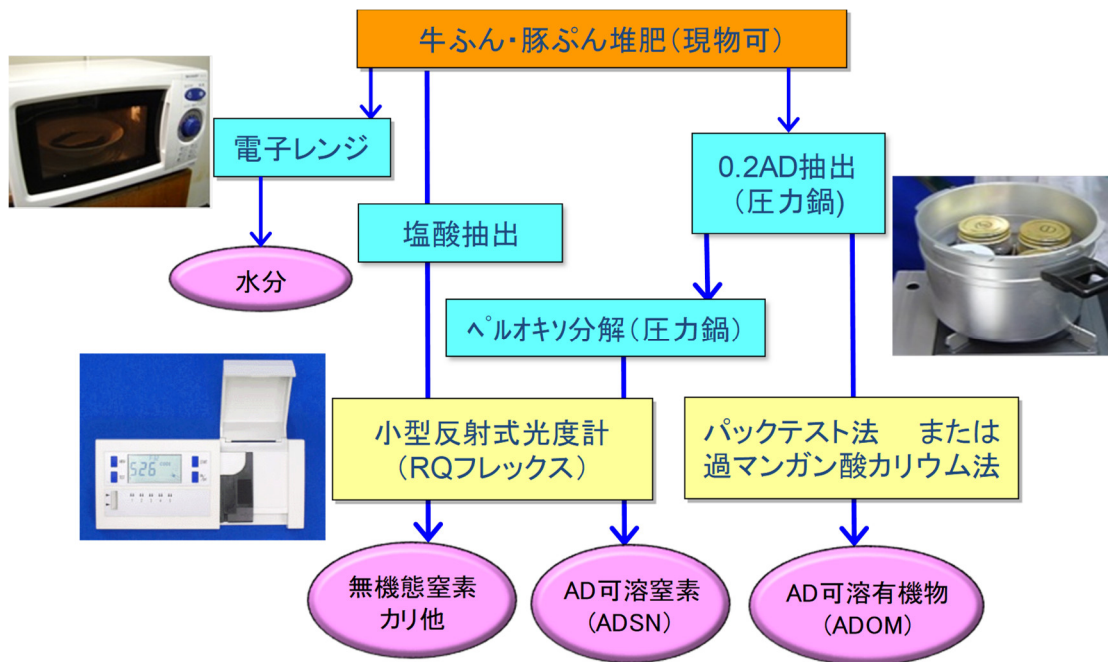


図 4-8 牛ふん堆肥と豚ふん堆肥の簡易分析法 (小柳原図)

2. 鶏ふん堆肥 (採卵鶏・副資材なし)

速効性窒素は乾物あたりの窒素全量より推定します (図 4-9)。速効性窒素 (乾物%) は窒素全量 (乾物%) を二乗した値を 10 で割り 0.2 を差し引いて推定値を求めます。流通している鶏ふん堆肥は窒素全量の表示が義務付けられています。窒素全量の表示は現物当たりで示されているので、この数値を乾物当りに換算して推定します。緩効性窒素は速効性窒素の大小にかかわらず一律 0.2% とします。なお本法は副資材を用いていない採卵鶏ふん堆肥にのみ適用できます。

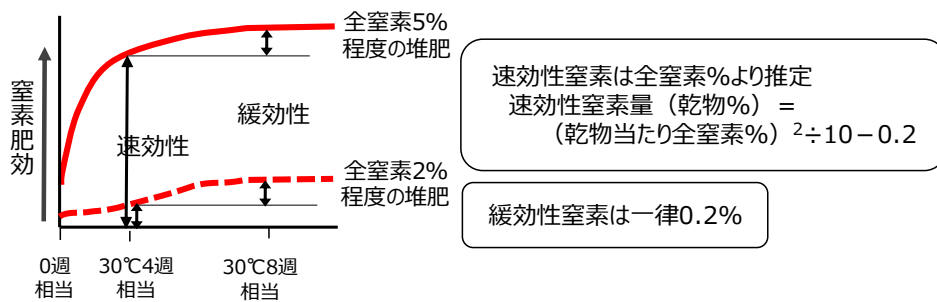


図 4-9 鶏ふん堆肥 (採卵鶏。副資材なし) の窒素肥効パターンと推定法 (小柳原図)

【堆肥生産コラム⑤】

家畜ふん堆肥の加里の形態と肥効

家畜ふん堆肥中の加里の肥効率（堆肥中加里成分の肥効を化学肥料中加里成分の肥効で除した数値）は一般的には90%以上と化学肥料と同等とされています。この裏付けとして家畜ふん堆肥中加里成分の形態と栽培試験で確認したデータを紹介します。

図4-10に示すように家畜ふん堆肥に含まれる加里成分の70%程度が硫酸加里や塩化加里と同様な性質である水溶性、25%程度ク溶性（水には溶けないが2%クエン酸に溶ける成分）です。このク溶性加里の存在が家畜ふん堆肥では特徴的で、土壌中ではゆっくり溶けます。水溶性とク溶性を合わせた95%以上の加里成分が少なくとも植物に吸収される形態です。

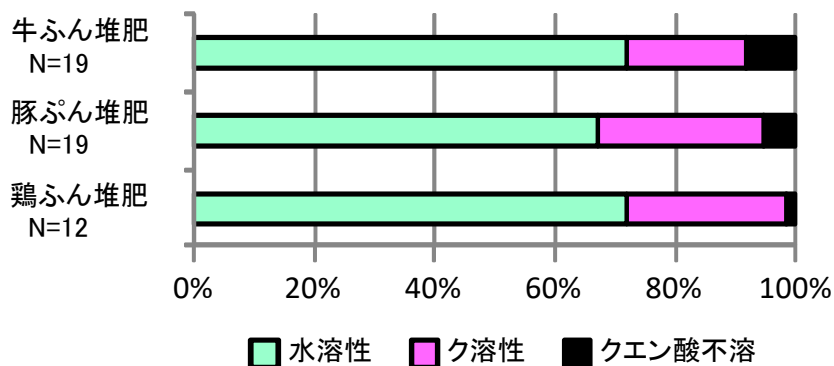


図4-10 家畜ふん堆肥に含まれる加里の形態（小柳ら,2004より作図）

キャベツの栽培試験で加里全量を牛ふん堆肥中加里成分で代替した結果、加里利用率は化学肥料より大きい数値でした。このことから堆肥中の加里の肥効は少なくとも化学肥料と同等であることが確認されました。

表4-7 キャベツ栽培における収量、加里吸収量、加里利用率

	加里施用量 (kg/10a)	結球部収量 (kg/10a)	外葉部収量 (kg/10a)	加里吸収量 (kg/10a)	加里利用率 %
牛ふん堆肥 A	22	7,276	3,368	34.0	119
牛ふん堆肥 B	22	8,410	3,593	39.4	143
化学肥料（硫酸加里）	22	6,017	3,661	29.6	99
無肥料区	—	1,253	305	7.9	—

堆肥区は基肥加里施用量の全量を堆肥中加里で代替した

堆肥区の窒素、リン酸は化学肥料で上乗せ施用した

加里利用率% = (試験区加里吸収量 - 無肥料区加里吸収量) / 加里施用量 × 100

神奈川県農業技術センター（2013）から引用

マッチング事例 ①

すすき牧場 キャトルパワー（牛ふん堆肥）

この堆肥の
セールスポイント

- 低水分、低 C/N 比で取扱い性と肥効に優れた堆肥。
- 堆積期間が長く熟度の高い堆肥。
- 大型処理施設により夾雑物が少なく品質の安定した堆肥

【堆肥生産者】 福岡県宗像市（株）すすき牧場

○設立からこれまでに至る沿革

- ・ 昭和 45 年から肉牛生産を開始、48 年から農事組合法人薄牧場として肉用牛繁殖・肥育事業を拡大
- ・ 平成 19 年から株式会社すすき牧場に組織変更、ブランド牛肉「むなかた牛」を生産
- ・ 平成 26 年、国際認証規格 S Q F レベル 3 を取得

○主な施設

肉牛舎 19 棟、堆肥発酵・乾燥施設 計 7 棟、ペレット造粒施設 1 施設

【生産している堆肥の特性】

含水率 34%	pH 7.7	かさ比重 414 g/L
乾物あたり成分		安息角 44.9°
窒素全量 2.1%		粒度分布
リン酸全量 2.7%		> 4 mm 8.1% 2-4 mm 14.5%
カリ全量 2.4%		1-2 mm 17.9% 0.5-1 mm 17.7%
C/N 比 15		<0.5 mm 41.9%

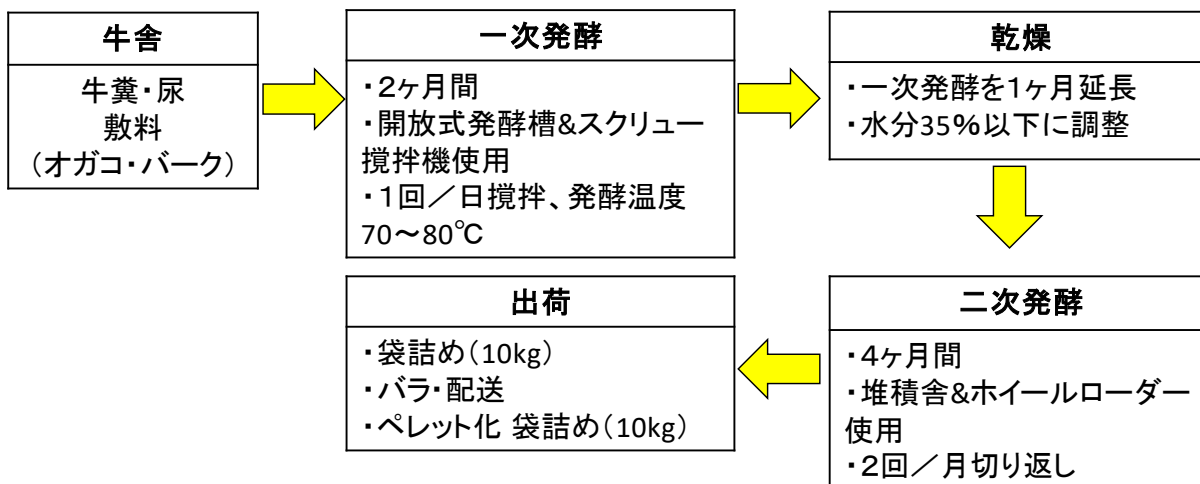
【堆肥供給先（肥料メーカー）とのマッチングの経緯】

肥料専門メーカーとはマッチングしておらず、福岡県農林業総合試験場が今回の混合堆肥複合肥料の開発・設計を行う中で、もともとペレット堆肥の製造を副業的に行っていた肉用牛生産会社である当社が参画し、自社の牛ふんの販売方法を拡充するため、混合堆肥複合肥料の製造を開始しました。

堆肥納入先のコメント（堆肥選定の理由）

- ・ 自社の堆肥による混合堆肥複合肥料製造である
- ・ ペレット堆肥および他社の混合堆肥複合肥料の原料として使用された実績

【原料堆肥の製造工程】



○使用原料名と混合割合

肉牛ふん 100%(うち敷料のバーク 8%、オガクズ 17%を含む)

○良質堆肥生産のための工夫や品質管理への取り組み

- ・ 一次発酵後に1ヶ月の継続的発酵を行い、水分を35%以下に調整している。
- ・ 最終工程で篩分け機を利用し、粒度の均一化を図っている。

○堆肥の販売形態

- ・ 主にJA向けの袋詰め販売、個別農家向けのバラ売り

【今後の課題及び展望】

- ・ より混合堆肥複合肥料原料に適した水分27~28%の堆肥の製造
- ・ 混合堆肥複合肥料を通じた堆肥販売量の拡大

【堆肥供給先（肥料メーカー）】(株)すずき牧場

【肥料共同開発先】福岡県農林業総合試験場

【本堆肥で生産されている肥料名】

「すずき混合433号」(生第103493号：混合堆肥複合肥料)

マッチング事例 ②

村田孵化場 鶏糞堆肥（鶏ふん堆肥）

この堆肥の
セールスポイント

- 低水分で臭気と団塊が少ない取扱い性に優れた堆肥。
- リン酸、カリ含量が高く肥料原料に好適。
- ケージ飼い鶏ふんのため夾雑物の少ない堆肥。

【堆肥生産者】 福岡県久留米市（株）村田孵化場

○設立からこれまでに至る沿革

- ・ 昭和初期からひなの孵化販売を開始。
- ・ 昭和40年から会社事業として生産を本格化
- ・ 平成5年から養鶏と鶏卵販売を開始、現在約6万羽を飼養

○主な施設

採卵鶏舎 2棟、堆肥製造所 1施設、孵化施設 1棟



【生産している堆肥の特性】

含水率 34%	pH 9.2	かさ比重 1,030 g/L
乾物あたり成分		安息角 36.8°
窒素全量 2.1%		粒度分布
リン酸全量 7.0%		> 4 mm 20.8% 2-4 mm 15.2%
カリ全量 5.8%		1-2 mm 22.4% 0.5-1 mm 14.3%
C/N 比 11		<0.5 mm 27.3%

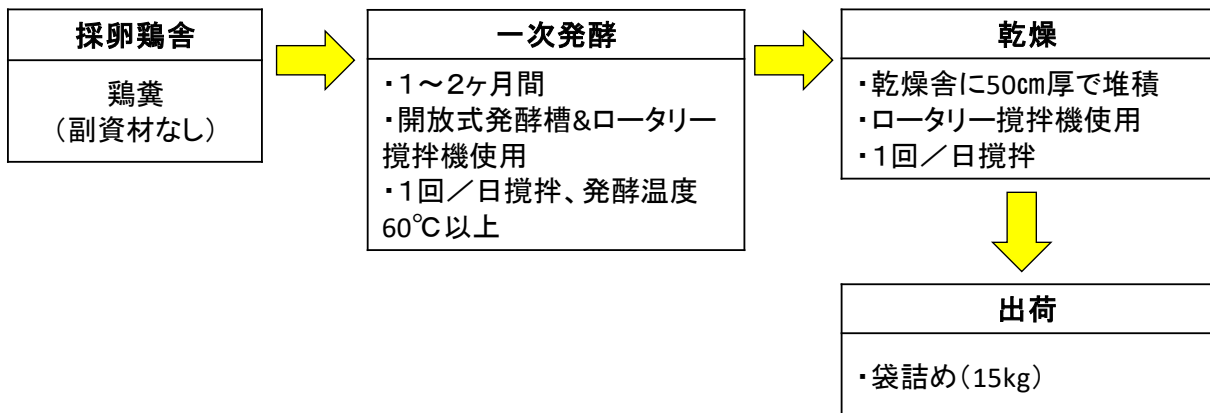
【堆肥供給先（肥料メーカー）とのマッチングの経緯】

福岡県農林業総合試験場が今回の混合堆肥複合肥料の開発・設計を行う中で、県内の数軒の養鶏場が販売する鶏ふんを分析調査した結果、当社の鶏ふんが特にリン酸、カリ含量が高く、原材料として好適であったため選定されました。選定された時点では特殊肥料の「動物の排せつ物」の届出で販売しており、法的に混合堆肥複合肥料の原料に合致しませんでした。すずき牧場と試験場からの要望により、特殊肥料の「堆肥」での届出を行いました。

堆肥納入先のコメント（堆肥選定の理由）

- ・ リン酸、カリ含有量が高く、肥料成分の供給源として好適
- ・ 低水分で、団塊が少なく粒度が小さいため配合に適する

【原料堆肥の製造工程】



○使用原料名と混合割合

ケージ飼い採卵鶏ふん 100%(夾雑物なし)

○良質堆肥生産のための工夫や品質管理への取り組み

- ・ 一次発酵促進のため、仕上がり堆肥を水分調整材として戻し発酵する
- ・ 乾燥工程における1回／日の攪拌を徹底し、低水分で団塊の少ない仕上がりの部分から出荷する

○堆肥の販売形態

- ・ 主にJ A向けの袋詰め販売、個別農家向けのバラ売り

【今後の課題及び展望】

- ・ 肥料原料として多量に搬出する場合の、水分過多状態の防止
(堆積上層の低水分部分を予め十分にストックする)
- ・ 混合堆肥複合肥料を通じた堆肥販売量の拡大

【堆肥供給先(肥料メーカー)】株式会社すすき牧場

【肥料共同開発先】福岡県農林業総合試験場

【本堆肥で生産されている肥料名】

「すすき混合433号」(生第10393号：混合堆肥複合肥料)

マッチング事例 ③

わかとりふみん（畜種混合堆肥）

この堆肥の
セールスポイント

- 牛、豚、鶏の3種のふん尿を混合した堆肥。
- 全施設でマニュアルに沿って統一した堆肥を製造。
- 年間を通じ品質の安定した堆肥を製造。

【堆肥生産者】 鳥取県東伯郡琴浦町 鳥取中央農業協同組合 畜産部 みどり有機課

○設立からこれまでに至る沿革

- ・ 昭和54年から国庫補助事業により合併前の旧農協ごとに堆肥化施設を設置
- ・ 平成10年及び同19年の農協合併により、現在の体制となる

○主な施設

- ・ 堆肥製造施設 9施設、堆肥保管庫 4施設、ショベルローダー 13台



【生産している堆肥の特性】

含水率 24%	pH 9.2	かさ比重 312 g/L
乾物あたり成分		安息角 45.7°
窒素全量 2.8%		粒度分布
リン酸全量 4.5%		> 4 mm 2.8% 2-4 mm 17.5%
カリ全量 5.0%		1-2 mm 27.4% 0.5-1mm 26.5%
C/N 比 9		<0.5mm 25.9%

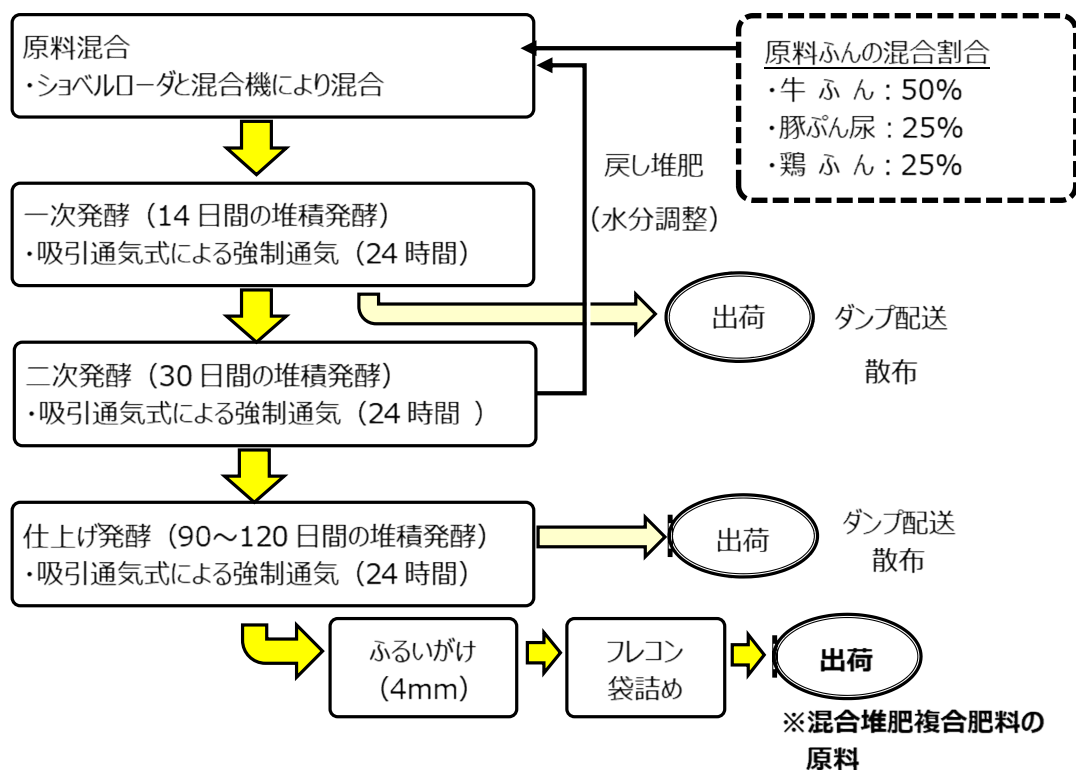
【堆肥供給先（肥料メーカー）とのマッチングの経緯】

肥料原料となる高品質堆肥を探していた肥料メーカー側からの要請で、よりペレット化に適した堆肥にするための試行錯誤を経て品質の安定化などの改善を行いました。

堆肥納入先のコメント（堆肥選定の理由）

- ・ ペレット堆肥の原料として使用された実績
- ・ 堆肥による発芽障害がない

【原料堆肥の製造工程】



○使用原料名と混合割合

牛ふん (50%)、豚ふん尿 (25%)、鶏ふん (25%)

○良質堆肥生産のための工夫や品質管理への取り組み

- ・ 全施設でマニュアルに沿って統一した堆肥を製造している。
- ・ 完成堆肥の成分分析を外部委託している (年1回)。

○堆肥の販売形態

- ・ バラ、フレコンまたは袋 (1~17kg)、有償での運搬、圃場散布あり

【今後の課題及び展望】

- ・ 年間を通じてペレット化に適した水分 25%前後の維持
- ・ 年間を通じて品質の安定した堆肥の提供による取引の拡大

【堆肥供給先 (肥料メーカー)】三興 (株)

【肥料共同開発先】岡山県農林水産総合センター

【本堆肥で生産されている肥料名】

- ・ 「キャベツ一発堆肥入り037」 (生第102424号：混合堆肥複合肥料)
- ・ 「エコペレ水稻中生一発221」 (混合堆肥複合肥料 (生第103291号) と被覆尿素的バルクブレンド肥料)

マッチング事例 ④

完熟 発酵堆肥（牛ふん堆肥）

この堆肥の
セールスポイント

- 匂いが少なく、使用しやすい形状。
- C/N 比が約 13 で、1 年を通じて成分が安定。
- 堆積期間が長く熟度が高い堆肥。

【堆肥生産者】 静岡県牧之原市 切山坂口堆肥生産利用組合

○設立からこれまでに至る沿革

- ・ 1998 年度畜産環境対策事業の補助金を受けて設立
- ・ 1999 年 4 月より運営

○主な施設

SK コンポ 4500 型攪拌機、ホイールローダ



【生産している堆肥の特性】

含水率 43.8%	pH 8.59	かさ比重 524g/L
乾物あたり成分		安息角 42.3°
窒素全量 3.14%		粒度分布
リン酸全量 4.03%		> 4 mm 41.4% 2-4 mm 22.9%
カリ全量 4.18%		1-2 mm 12.3% 0.5-1mm 8.7%
C/N 比 13		<0.5mm 14.7%

【堆肥供給先（肥料メーカー）とのマッチングの経緯】

混合堆肥複合肥料に適した牛ふん堆肥を選抜するため、静岡県堆肥共励会に出品された堆肥を静岡県農林技術研究所が分析した結果、C/N 比、成分量が基準に適していたことから選定されました。

堆肥納入先のコメント（堆肥選定の理由）

- ・ 水分含量が低く、造粒に適している
- ・ 臭気が少なく扱いやすい

【原料堆肥の製造工程】

一次発酵

- ・ 約 30 日間
- ・ プロアによる強制発酵
- ・ ホイルローダにより週 1 回の切返し
- ・ 発酵温度 最高 80℃ 平均約 60℃



堆積・発酵

- ・ 約 50 日間
- ・ 開放・回行型堆肥化装置による
- ・ 1 日 2～4 回の切返し
- ・ 発酵温度 最高 60℃ 平均約 35℃



開放・回行型堆肥化装置



熟成・選別

- ・ 約 30 日間堆積・熟成
- ・ 回転ふるい機で選別



出荷

- ・ 袋詰め (10 kg)
- ・ バラ



回転ふるい機

○使用原料名と混合割合

牛ふん・尿 (60%)、キノコ廃菌床 (20%)、オガコ (20%)

○良質堆肥生産のための工夫や品質管理への取り組み

- ・ 一次発酵時に水分量を調整している。
- ・ 最終工程で篩分け機を利用し、形状の均一化を図っている。

○堆肥の販売形態

- ・ 主に家庭菜園向けの無人販売

【今後の課題及び展望】

- ・ 農家の大規模化などにより、年々販売量が減少していることを食い止めるために、堆肥の利用価値を高めたい。

【堆肥供給先 (肥料メーカー)】 (株) ホーチ・アグリコ

【肥料共同開発先】 静岡県農林技術研究所

【本堆肥で生産されている肥料名】

- ・ 「静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3」 (生第 103501 号 : 混合堆肥複合肥料)
- ・ 「静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5」 (生第 104866 号 : 混合堆肥複合肥料)

マッチング事例 ⑤	牛ふん堆肥（酪農牛ふん）
-----------	--------------

**この堆肥の
セールスポイント**

- CN 比が低く、肥料効果の高い高品質の堆肥です。
- 副資材が少ない良質の堆肥です。

【堆肥生産者】 神奈川県秦野市 田中勲

○主な施設

つなぎ飼い 飼養頭数 35 頭

攪拌機（乾燥ハウス内） 岡田製作所 D500-6

軽トラック、マニユアスプレッダー タカキタ DL-700Z

ホイールローダ 他

【生産している堆肥の特性】

含水率 60%	pH 8~9	かさ比重 500 g/L
乾物あたり成分		安息角 45°
窒素全量 2.3%		粒度分布
リン酸全量 3.5%		10-20 mm 20%以下
カリ全量 3.8%		<10 mm 80%以上
C/N 比 12		

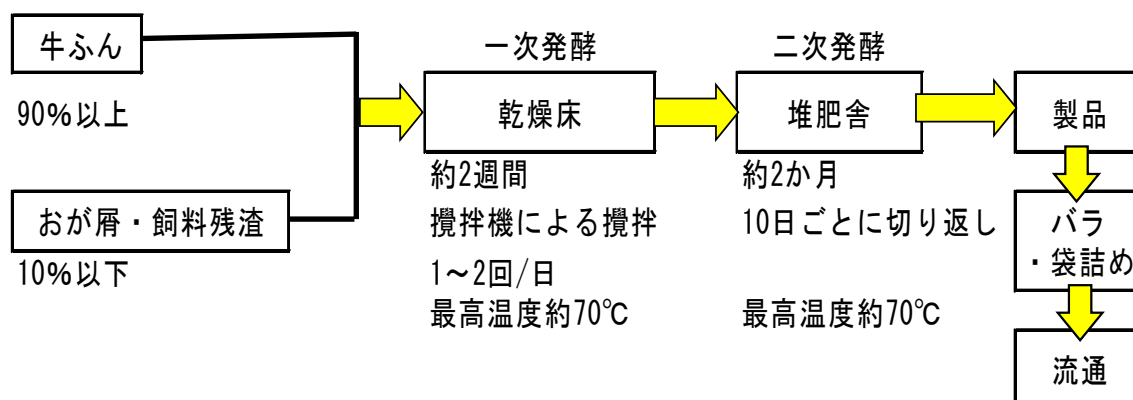
【堆肥供給先（肥料メーカー）とのマッチングの経緯】

肥料メーカー（朝日工業（株）と神奈川県農業技術センターで成分分析や堆肥形状、副資材の配合割合などを検討し、混合堆肥複合肥料の原料として適する堆肥（副資材割合が少ない、CN 比が低いなど）を選定し、堆肥生産者に依頼しました。

堆肥納入先のコメント（堆肥選定の理由）

- ・ C/N 比が低い堆肥で肥料取締法の混合堆肥複合肥料の原料規格に適した堆肥であったこと
- ・ 副資材の使用割合が少ない堆肥であったこと。

【原料堆肥の製造工程】



乾燥床

○使用原料名と混合割合

牛ふん（90%以上）、おが屑、飼料残渣（10%以下）

○良質堆肥生産のための工夫や品質管理への取り組み

- ・ 一次発酵時に天日乾燥により水分低下、調整して良好な堆肥化を実施。
- ・ 副資材混合率の低くして、良質堆肥を製造。

○堆肥の販売形態

- ・ 主にバラで近隣農家に販売。

【今後の課題及び展望】

- ・ 堆肥物性の混合堆肥複合肥料原料に適したものへの改善
(天日乾燥による水分低減、篩の導入による異物除去や粒度調整など)

【堆肥供給先（肥料メーカー）】朝日工業（株）

【肥料共同開発先】神奈川県農業技術センター

【本堆肥で生産されている肥料名】

- ・ 「堆肥・有機入り複合肥料 644 号」（生第 101895 号：混合堆肥複合肥料）

第5章

鶏ふんを原料とする高付加価値肥料の生産

第1節 要約

農林水産省による推計では、採卵鶏とブロイラー合わせて年間 1,300 万トンの鶏ふんが発生している。鶏ふんの処理方法は、採卵鶏では「強制発酵」が最も多く約 50 %、次いで堆積発酵が約 37%となっている。また、ブロイラーでは「堆積発酵」が最も多く約 37%、次いで「焼却」が 31%となっている。鶏ふんはりん酸やカルシウム含量の高い優れた有機質の肥料となりうるが、一部の鶏ふん処理物は発酵（処理）期間が不完全なため低品質なまま流通している実態がある。

鶏ふん処理物由来の肥料には様々な種類があり、処理方法によっては化成肥料や混合堆肥複合肥料の原料として用いることができるし、成分など要件を満たせば、加工家きんふん肥料として普通肥料登録も可能である。そこで、第2節ではこれら鶏ふん処理物が法令上どのような位置づけになるかを解説する。第3節、第4節では鶏ふん堆肥の付加価値を高める先進事例について紹介する。鶏ふん堆肥の施用時の課題として、風による飛散や周囲への臭気が挙げられる。特に低水分で粒子が細かい堆肥ほどその問題は顕著である。そこで、第3節では堆肥発酵と同時に造粒を行う堆肥化システムについて紹介するとともに、その応用として腐植酸質資材を添加した時の造粒促進効果について示す。第4節では、九州特有の有機性廃棄物である焼酎粕（焼酎廃液）と鶏ふんの混合堆肥化により腐植酸含量の高い肥料を生産する方法について紹介する。

第2節 鶏ふん処理物の法令上の位置づけについて

肥料取締法では、肥料を特殊肥料と普通肥料に大別している。鶏ふんを原料とする肥料では、特殊肥料の堆肥などがあるが、普通肥料として加工家きんふん肥料の公定規格が定められている（図 5-1）。

【動物の排せつ物（特殊肥料）】鶏ふんを集めたもの、または、これらを単に乾燥したものは「動物の排せつ物」に分類される。乾燥方法は天日乾燥または火力乾燥がとられる。鶏ふんの炭化物に限り、化成肥料や混合堆肥複合肥料の原料として用いることができる。

【動物の排せつ物の燃焼灰（特殊肥料）】鶏ふんをボイラーで燃焼したもの。燃焼によるふんの減量化率が非常に高く、熱利用が可能である。鶏ふんの燃焼灰には窒素はほとんど含まれず、リン酸、カリ、カルシウムの含有率が高い。元が鶏ふんであるので有機系肥料として利用できる。化成肥料や混合堆肥複合肥料の原料の一部として用いることもできるが、強アルカリ性である点に注意が必要である。

【堆肥（特殊肥料）】鶏ふんを堆積または攪拌し、腐熟させた堆肥を肥料として流通させたものは、「堆肥」として分類される。堆肥化では発酵しやすいようにわらやのご屑等の植物質の有機質(副資材)を混合する場合も多い。鶏ふん堆肥は混合堆肥複合肥料の原料として用いることができる。

【加工家きんふん肥料（普通肥料）】①鶏ふんに硫酸等を混合して火力乾燥したもの、②鶏ふんを加圧蒸煮した後乾燥したもの、③鶏ふんについて熱風乾燥及び粉碎を行ったもの、あるいは、④鶏ふんを発酵乾燥させたものをいう。水分は 20%以下であること。窒素全量及びりん酸全量をそれぞれ 2.5%以上並びに加里全量を 1.0%以上含む。加工家きんふん肥料として小売販売されるほか、指定配合肥料や化成肥料の原料としても使用されている。

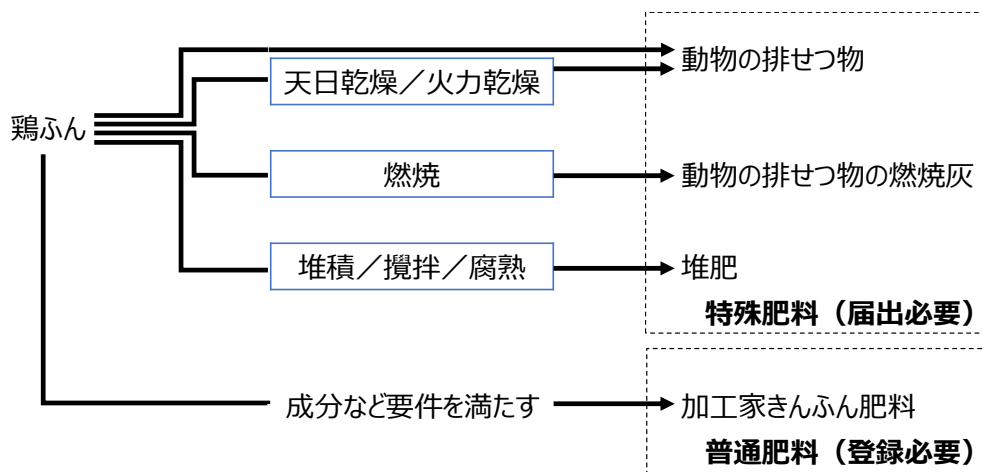


図 5 - 1 鶏ふんの処理物の肥料取締法上の位置づけについて

第3節 ロータリー式攪拌発酵装置による採卵鶏ふんの発酵造粒

ロータリー式攪拌発酵装置は良好な好気発酵を維持でき、かつランニングコストが比較的安いという特徴をもつことから、畜産農家に広く導入されている。本装置では条件を整えることで採卵鶏ふんの堆肥化と同時に造粒（発酵造粒）を行うことができる。

(1) 造粒の仕組み

造粒適性水分に調整した原料は、ロータリー式攪拌発酵装置により均一に練り返されて塊が成形される（図5-2）。この工程では原料粒子のすき間にある空気が押し出されて密度が高まり、粒子間の接着力が生まれる（混練効果）ため、最終製品の強度や歩留まりが高まる。その後、塊がナタ爪によって削り取られ、削り取られた原料がナタ爪の表面を一定距離転がることにより造粒物が生じる。粒の転がり距離は①ナタ爪の種類（図5-3）、②攪拌ロータリーの回転数、③機械の走行回数により概ね決定される。ナタ爪幅（ L_1 ）が広い、軸に対する爪の取り付け角度が広い（ θ ）が広いほど、爪上転がり距離（ π ）は長くなる。しかし、爪の幅や取り付け角度によっては、機械負荷が大きくなることから、適切な爪を選定する必要がある。造粒の仕組みの詳細については、浄水ケーキの造粒システムおよび造粒方法（特許4474501号）を参考にされたい。



図5-2 ロータリー式小型造粒装置における造粒中の堆肥形状変化（荒川原図）

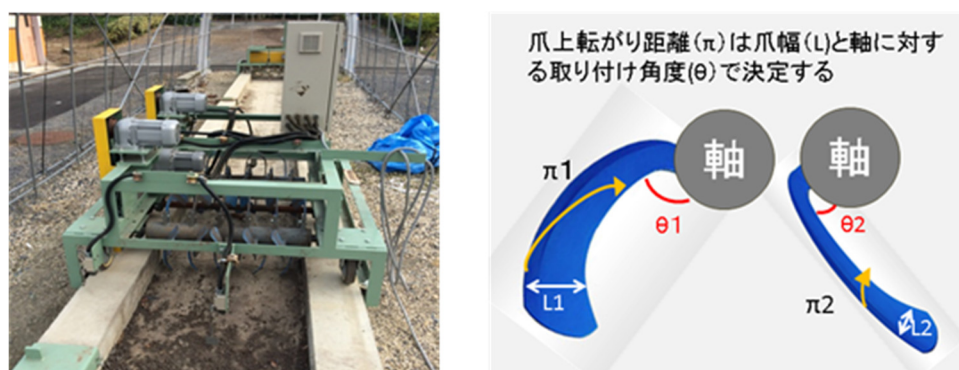


図5-3 ロータリー式小型造粒装置と造粒の仕組み（堂本原図）

(2) ローター式攪拌発酵装置の導入事例（参照：設定条件表 5-1、P78）

以下、三重県鈴鹿市の A 養鶏場における導入事例を紹介しながら発酵造粒過程について説明する（図 5-4）。

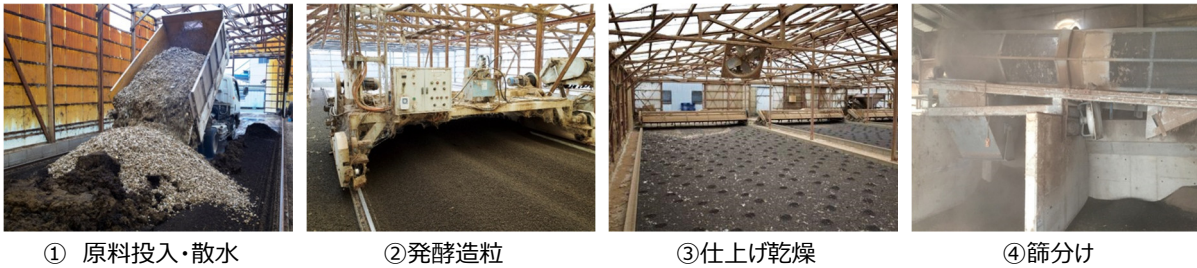


図 5-4 攪拌発酵造粒の概要（堂本原図）

1. 鶏ふんの造粒適性水分

原料の造粒適性に大きく影響するのは含水率である。原料の含水率が造粒後の粒径組成に及ぼす影響を調査した。ウインドウレス鶏舎より排ふんされた採卵鶏ふんの乾燥粉碎物に腐植酸質資材（P79 参照）を乾物比で 5% 添加して原料を調整した。これに、加水をして含水率を 40～65% の 6 段階に変えてローター式小型造粒装置（図 5-3）を用いて造粒を行った。その結果、含水率 65% では大部分が塊（10mm 以上）のまま残り、含水率 50% 未満では大部分が細粒（3mm 以下）のままであったが、含水率 55～63% の間で目標とする粒径 3～10mm の粒ができた。（図 5-5）。

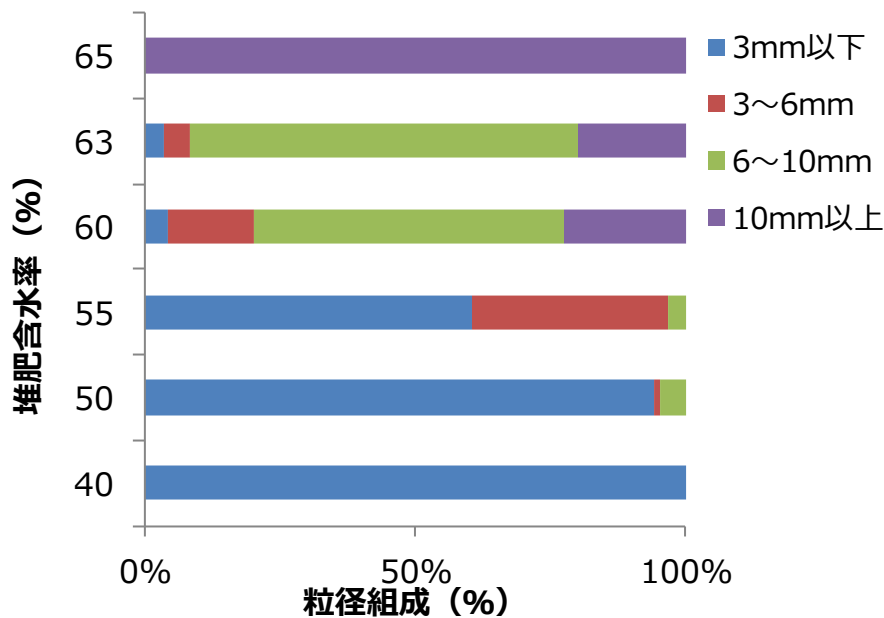


図 5-5 造粒時の原料含水率が造粒後粒径組成に与える影響（堂本原図）

※ローター式小型造粒装置（図 5-3）による結果

以上から採卵鶏ふんに腐植酸質資材を乾物比で 5%混合した場合の造粒適性水分範囲は 55～63%であると言える。この水分範囲は、一般的に鶏ふんの堆肥化に適しているとされる含水率と同程度かやや高い程度であった。

なお、後述（図 5-13）のように、粒度が 2mm 以下の副資材であれば乾物比10%まで混合しても無添加の場合と同様の適性水分範囲で攪拌することにより造粒可能である。

2. 生産工程

1) 原料投入・水分調整

原料の鶏ふんを、発酵造粒レーンに高さ 45cm 程度となるように投入する。攪拌開始前に、原料含水率が 60～65%となるよう水分調整する。好気発酵により発生する熱によって水分が蒸発し、造粒適性水分範囲を下回ってしまうため、投入後 3 日間は毎日加水する必要がある。

A 養鶏場のウインドウレス鶏舎から排ふんされた鶏ふんの含水率は約 50%と乾燥しているため、投入直後から加水をしている。鶏ふんへの加水を建屋天井部（レーン手前 20m 程度散水可能）に設置したノズルから自動散水することにより、省力化している(図 5-6)。なお、夏季は堆肥舎屋内が高温で、発酵造粒中に水分が蒸発しやすいため加水量を多めに設定している。

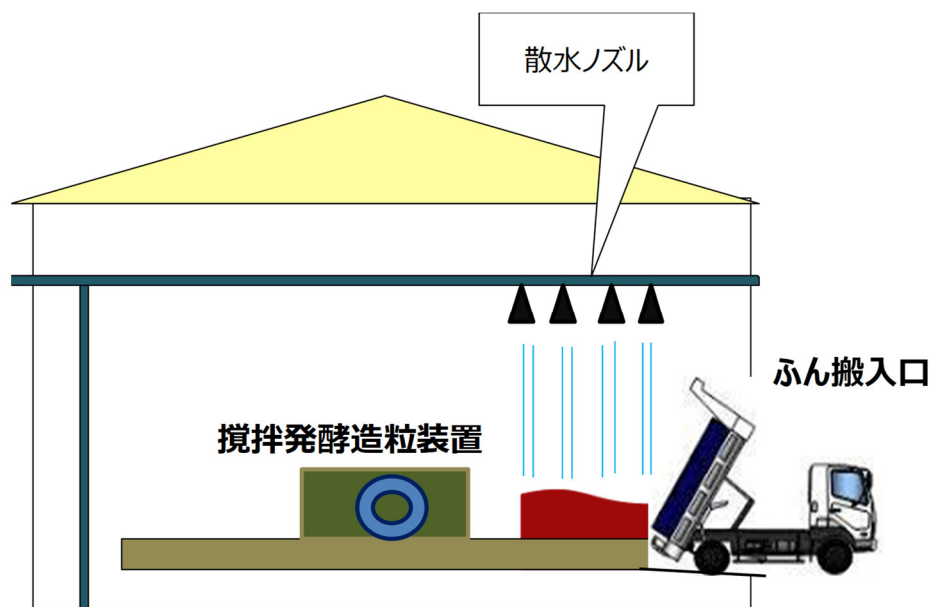


図 5-6 天井部に設置した散水ノズル模式図（堂本原図）

2) 発酵造粒 (図5-7)

ロータリー式攪拌発酵装置 KN-4000 発酵装置 (攪拌羽根回転回数 146rpm、自走速度 65cm/min、走行回数 6回/日) で攪拌し、発酵造粒する。造粒適性水分範囲内で 20 回程度攪拌走行後、造粒物が目視で確認され始める。水分が蒸発し、堆肥含水率が 30~35%に低下した後も攪拌を続けると造粒物が崩れて細粒化するため、堆肥を乾燥レーンに搬出する。



図5-7 ロータリー式攪拌発酵装置 (株)晃伸製機製 (堂本原図)

3) 仕上げ乾燥 (図5-8)

搬出した含水率 30~35%の堆肥を約 7 cmの高さに積み、ロータリー式攪拌乾燥装置 (KS-4000 型 (株)晃伸製機) により転がしながら天日乾燥する。堆肥含水率が低いほど製品粒の硬度が高くなる (図5-9)。また、堆肥含水率が高いと保管中にカビが発生するなどの問題もある。



図5-8 仕上げ乾燥の様子 (堂本原図)

A 養鶏場では、堆肥の上を歩いた際に乾いた音がする程度（含水率 10%未満）で製品として袋詰めしている。含水率 10%未満あれば、硬度、製品安定性ともに十分である。

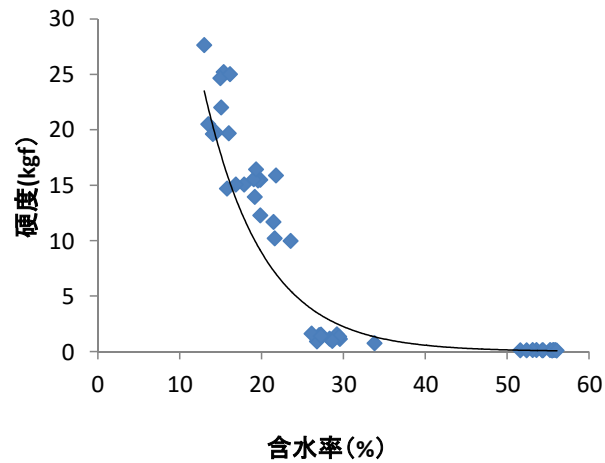


図 5-9 堆肥含水率と硬度の関係（堂本原図）

4) 篩い分け（図 5-10）

乾燥を終えた堆肥をふるいに通し、細粒画分および粗大画分を除去することにより、粒の大きさを整える。このことにより、堆肥の外観品質が向上すると共に散布機械の目詰まりが抑制される。

A 養鶏場では、トロンメル式回転フルイで 3～10mm を選別して製品としている。その他の画分は戻し堆肥として利用している。



図 5-10 トロンメル式回転フルイによる篩い分け（堂本原図）

5) 生産される肥料の特性

以上の工程により生産される粒状鶏ふん肥料は粒状（3～10mm）であり、風による飛散や周囲への臭気発生がないため、散布しやすい。窒素肥効はないが、他畜種と比較してリン酸・カリ・石灰・苦土の肥料成分を多く含むため、本肥料に尿素などの窒素単肥を併用するだけで基肥資材として用いることができる（図5-11）。

含水率	窒素	リン酸	加里	石灰	苦土
9.0%	2.6%	5.4%	3.1%	15.5%	1.7%



図5-11 生産される肥料の成分組成及び写真（堂本原図）

表5-1 設定条件表

設定条件（処理鶏ふん量 450tDW/年）

生鶏ふん量	450tDW/年	
処理対象	1,240(kgDW/日)	0.031kgDW*40,000羽=1,240kgDW/日
発酵造粒レーン	4×68m×2基	ロータリー式攪拌発酵装置 型式: 晃伸製機(KN-4000型) 連続投入式 投入間隔 7日 約18tFW/回 発酵造粒期間 約14日 造粒後含水率30～35%程度まで
仕上げ乾燥レーン	4×50m×3基	ロータリー式攪拌乾燥装置 型式: 晃伸製機(KS-4000S型) 乾燥期間 約14日 含水率10%未満となるまで
肥料生成量	年間 約330t	販売実績より算出
肥料貯蔵面積	100㎡以上	

イニシャルコスト

ロータリー式攪拌発酵装置(KN4000型)	785万円×2基
ロータリー式攪拌乾燥装置(KS-4000S型)	255万円×3基 換気扇 33万円
計	2368万円

その他

発酵・造粒レーン	68m(L)×8m(4m×2列)(W)
仕上げ乾燥レーン	50m(L)×12m(4m×3列)(W)

※建築費、配管工事、電気工事、機械運搬費、現地据付費別途、消費税10%

(3) 応用事例 (腐植酸粒状鶏ふん肥料)

1) 腐植酸質資材添加による嫌気状態の発生抑制と粒度分布の改善

ロータリー式攪拌発酵装置における発酵造粒のために、鶏ふんに加水を行なうと一時的かつ局所的に高水分になることが想定される。その場合、嫌気状態となり乳酸など有機酸が生成され、堆肥 pH が低下することにより、局所的に好気発酵が阻害される恐れがある。そこで、pH 緩衝作用を有し、資材内に空気を含む腐植酸質資材 (デンカ株式会社 細粒アヅミン 2 mm以下) 添加により、嫌気状態の発生による pH 低下を抑制可能かどうか検討した。

乾物比で 5%または 10%腐植酸質資材を添加した鶏ふん (5%区、10%区) 並びに腐植酸質資材を添加していない鶏ふん (0%区) について、高水分条件 (含水率 73%) になるように加水した。これを培養瓶に入れて、インキュベーターにて定温で培養した場合の pH 変化を観察した。0%区では、pH が低下したことから、嫌気条件になり有機酸が生成していることが示唆された。一方、5%区及び 10%区では pH が低下しなかった (図 5-12)。このことは、腐植酸質資材の添加により、堆肥が嫌気状態にならず、好気発酵が維持されることを示している。また、腐植酸質資材添加量に応じて造粒促進作用が認められた (図 5-13)。

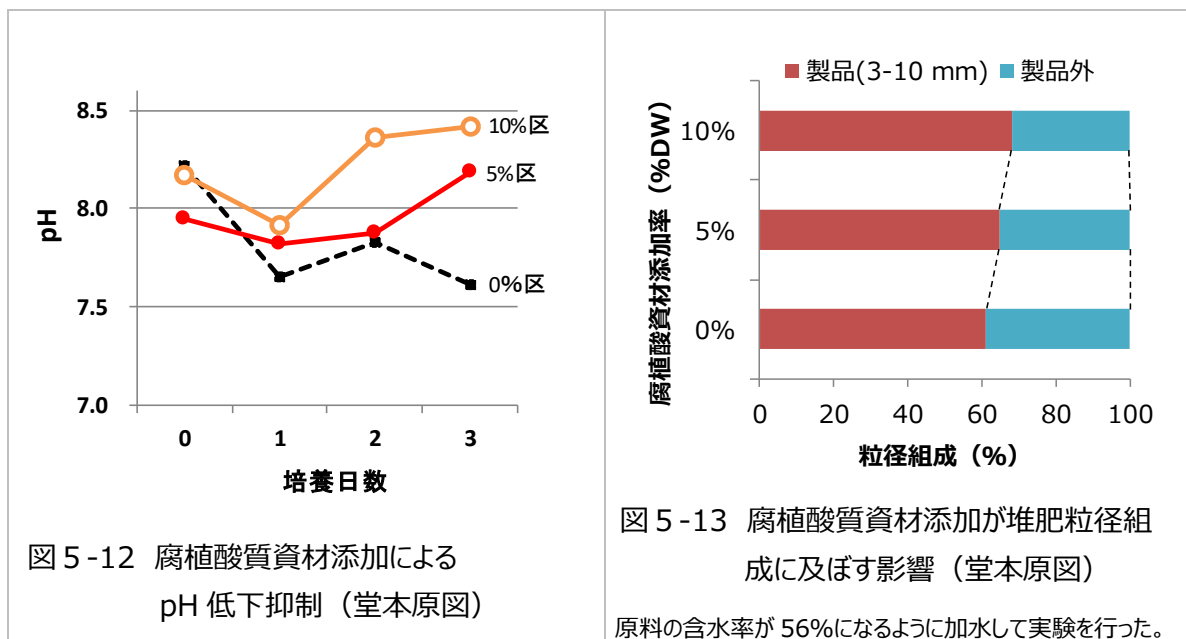


図 5-12 腐植酸質資材添加による pH 低下抑制 (堂本原図)

図 5-13 腐植酸質資材添加が堆肥粒度組成に及ぼす影響 (堂本原図)

原料の含水率が 56%になるように加水して実験を行った。

2) 生産される肥料の特性

腐植酸粒状鶏ふん肥料には窒素肥効はないが、他畜種の堆肥と比較してリン酸・カリ・石灰・苦土の肥料成分を多く含むとともに、従来の鶏ふん堆肥では低かった、土づくり効果が高いという特徴をもつ。粒状のため散布時に粉が舞わず、悪臭発生がないことから、堆肥を散布しにくい場所の土づくり資材として用いることができる。

採卵鶏農家は従来の堆肥よりも高い価格設定で販売することが可能になり（表 5-2）、耕種農家にとっては施肥コスト削減が見込めるため、両者にメリットがある。第6章では、腐植酸粒状鶏ふん肥料（腐植酸質資材 5%添加）を用いたキャベツの栽培事例を紹介する。

表 5-2 腐植酸粒状鶏ふん肥料の年間生産コスト

	イニシャルコスト (千円) ^{※1}	ランニングコスト (千円) ^{※2}	生産量(t)	製造コスト試算 (円/kg)	販売価格 (円/kg)
粒状鶏ふん堆肥	4736	1142	330	16.8	10 ^{※3}
腐植酸粒状鶏ふん肥料	4736	2942	350	21.9	30 ^{※4}

※1: 機械費を5年償却で計算
 ※2: 電気代及び腐植酸資材費
 ※3: 実際の販売価格
 ※4: 販売想定価格

腐植酸とは

腐植酸は土壌有機物の約 50%を占めている腐植物質の主要成分である。腐植物質は黒から褐色の暗色の物質群であり、土壌の緩衝作用や保肥力の発現、団粒の形成等様々な役割を担っており、農業生産性維持のためにその量を維持・増加することが重要である。腐植酸は腐植物質の特性を最も反映している。

腐植酸を多く含む堆肥を施用することで、効果的に土づくりができると考えられる。

本技術についての問い合わせは三重県農業研究所基盤技術研究室フード・循環研究課（電話 0598-42-6361）まで。

第4節 プロイラー鶏ふんと焼酎粕（焼酎廃液）の混合堆肥化

南九州は畜産業が集中立地しており、近年の畜産経営の大規模化や一部地域への偏在化により家畜排せつ物をいかに有効に活用していくかが課題である。鶏ふんは、牛ふんや豚ふんに比べて肥料としての価値が高いが、その反面堆肥としての土づくり効果は小さいと考えられている。また、南九州の特産品である焼酎の製造により副生する焼酎粕（焼酎廃液・図5-14）は一部飼料として利用されているが、中小酒造会社においては、その処分に苦慮している実態がある。こうした中、プロイラー鶏ふんと焼酎粕の混合堆肥化による鶏ふん堆肥の高付加価値化（腐植酸含量の増加）の事例について述べる。（特開2018-030777号）

（1）プロイラー鶏ふん、焼酎粕同時堆肥化の導入事例（参照：設定条件表5-3、P85）

鹿児島県鹿屋市において株式会社テクノマックス南日本の開発した堆肥製造法により鹿児島県内で発生する鶏ふんと焼酎粕の堆肥化を行っていた。一次発酵は、スクリー式L型地走式攪拌機を用いている。一次発酵槽床にはブロー装置を設置し、堆積高2mに積まれた原料の通気を確保している。堆肥化の水分調整に焼酎粕を用いており、間欠的に散布を行うことが特徴である。

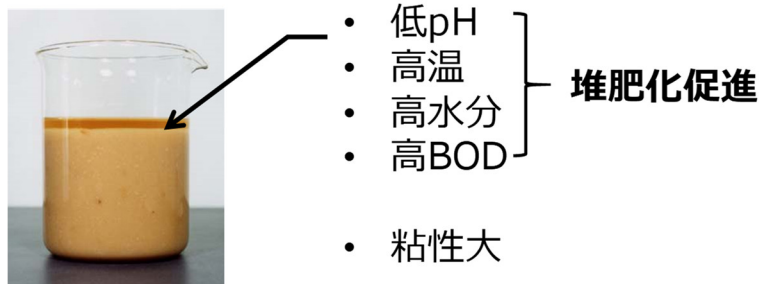


図5-14 焼酎粕（焼酎廃液）（荒川原図）

1. 生産工程（図5-17）

1) 一次発酵槽（図5-15）

プロイラー鶏ふんを受入槽に搬入し、適宜一次発酵槽に搬入する。一次発酵槽にはスクリー式L型地走式攪拌機（天神製作所）が設置されており、鶏ふん原料を高さ2mに堆積する。スクリー式の場合は幅が10m程度取れるため1槽のオープン型とし、堆肥はほとんど移動しないが、1日1往復は攪拌する。スクリー式開放攪拌の堆肥化では通気量が大幅に不足するため一次発酵槽の下部よりブローにより空気を十分に供給する必要がある。

基本ブローの設置は幅約10mの槽に対し、1m間隔で床に10cm（W）×10cm（H）×8m（L）の溝を作りφ60～70の塩ビパイプ（VP65）を設置し、そのパイプに10～20cm間隔で散気口を設ける。ブローは7.5kWの場合、約30m（ブロー管31本）に1基の割合で設置する。



図 5-15 一次発酵槽(左)と通気設備 (右) (遠矢原図)

2) 焼酎粕の散布 (図 5-16)

鶏ふん(含水率 50%に調整したもの)に焼酎粕を約 1 カ月間、間欠的(10 回以上)散布、混合発酵させる。焼酎粕は、スクリー式攪拌機と同期させて、攪拌機の移動に合わせて必ずスクリーの移動方向の手前から堆肥の攪拌箇所散布する。1 回に鶏ふんの総体積の約 1~2 %の量を散布するが、堆肥化物の含水率を考え、ポンプ出口の流量調整バルブとリターンバルブで散布流量を調整する。なお、行きに散布無しの攪拌をまず行い、堆積物内の蒸気を吐き出し、帰りに散布を行う。

焼酎粕は吊りホースで発酵槽へ供給される。このホースの伸縮が前後及び左右の移動の役割を行う。吐出口には分散用反射板を設け堆肥と焼酎粕が効率よく混ざるようにする。ロータリー攪拌機の場合は攪拌機のやや前方に散布し、攪拌前堆肥に焼酎粕が均一に散布できるようにする。

焼酎粕は固形物が含まれており沈殿しやすい。そのため、焼酎粕タンクには供給用ポンプと循環用ポンプを併設する。毎日の作業の開始前に 30 分程度焼酎粕を循環して内部を攪拌した後、作業を開始する。循環ポンプや供給配管も固形物堆積による配管の閉塞を防ぐために使用前後で水洗浄を行う。



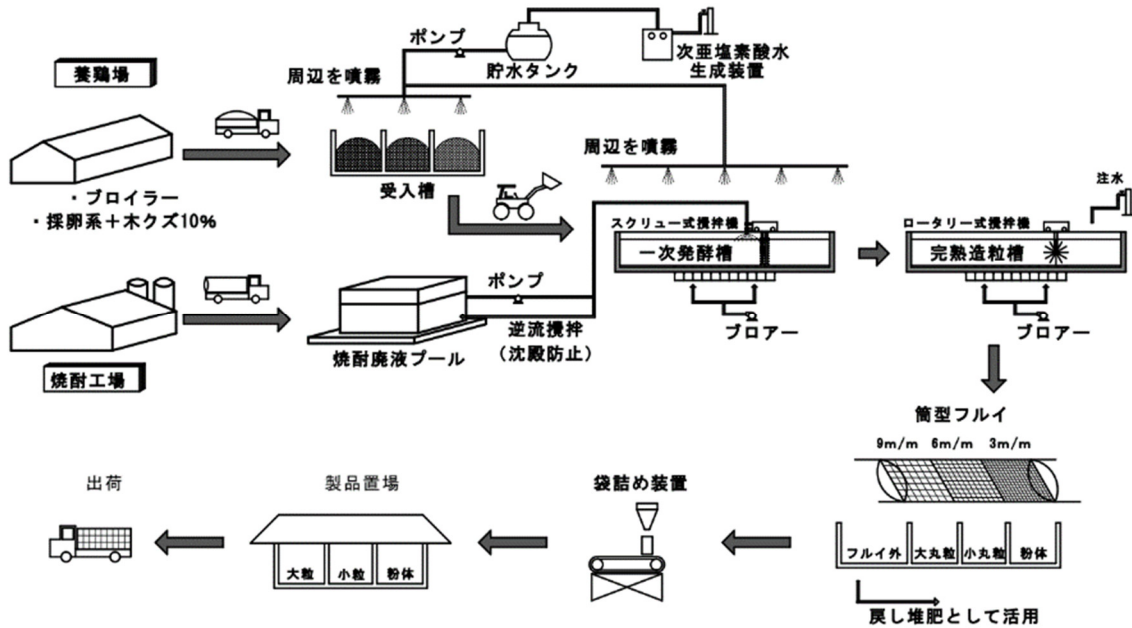
図 5-16 スクリュー式 L 型地走式攪拌機による攪拌の様子 (遠矢原図)

3) 二次発酵・造粒工程

一次発酵が終わった堆肥は、ロータリー式攪拌機が設置された完熟・造粒槽へ移送し、高さ 1.5mに堆積する。ロータリーマシンの走行速度を勘案し必ず 1 日に往復できる槽の長さとする。その時ロータリーマシンの刃は両方向に攪拌造粒できる様に配置する。投入初期にロータリー式攪拌機とブローアにより乾燥を行い中盤から水を加えて含水率 42~44%を目標に調整しながら、約 10 日間程度攪拌を繰り返して造粒化を行う。さらに 10 日間乾燥して完熟させる。

4) ふるいがけ

円筒状のスクリーンを回転させて、肥料を粒度別に選別する。ふるいがけの残渣は戻し堆肥として活用する。目開きの異なる円筒状のスクリーンを回転させて、肥料を粒度別に選別する。スクリーン内部の羽根で掻き上げられた肥料が網に落下して選別される仕組みである。



ブロイラー鶏ふん受入数量 4,000トン/年 廃酸（焼酎粕）受入数量 1,650トン/年
 生産肥料（粉体）2,232トン/年（丸粒体の場合約20%減の約1800トン/年）

図5-17 生産工程の概要（遠矢原図）

2. 生産される肥料の特性

通常の鶏ふん堆肥に比べて色味が黒く、鶏ふん臭がしないのが特徴である。腐植酸が通常の鶏ふん堆肥の約3倍量（現物当たり15%以上）含まれている。腐植酸は、土壌の保肥力を高め土壌の養分バランスを整えるほか、根の活性を高める働きがある（p.80 参照）。

主要な成分の含有量（現物あたり）

窒素	りん酸	カリ	C/N
2.6%	6.3%	5.5%	8.30%



図5-18 生産される肥料の成分組成及び丸粒体の写真（荒川原図）

表5-3 設定条件表

設定条件

発酵槽 スクリュー式攪拌装置 2軸地走式 完熟槽 ローター攪拌機	処理鶏ふん量 4,000トン/年	
①生鶏ふん量	4,000トン/年	
②処理対象	10,960 (kg/日)	0.0274kg*400,000羽 = 10.96 kg/日
③発酵槽 500m ³	発酵期間35日	年間8バッチ発酵 4,000トン ÷ 8 ≒ 500トン 容量は500トン ÷ 0.6トン/m ³ ≒ 833m ³ 戻し肥料10% 発酵初期容量は 833m ³ × 1.1 ≒ 920m ³ 50m × 10m × 2m (平均高さ) = 1,000m ³
④焼酎廃液 散布装置	1,650トン/年	920m ³ × 80% × 300日 ÷ 2 × 1.5% ≒ 1,650 t/年 攪拌機のスクリーン移動に同期させた散布ノズルから散布
⑤通気設備	ブローア-設置	床面に通気配管を設置しブローア-通気可能な設備
⑥完熟・造粒槽 375m ³	発酵期間30日	年間8バッチ発酵 発酵後の容積は60%となる 920m ³ × 0.6 = 552m ³ 平均高さ1.5m 552m ³ ÷ 1.5m ≒ 375m ³ 5m × 75m = 375 または 5m × 38m × 2列 水散布により造粒が容易となる。
⑦肥料生成量 容積重	年間2,232トン 600kg/1m ³	552m ³ の内 920m ³ - 833m ³ = 87m ³ は戻し肥料として使用 1バッチ当たり 552m ³ - 87m ³ = 465m ³ 465m ³ × 8バッチ/年 = 3,720m ³ 3,720m ³ × 0.6 ≒ 2,232トン/年
⑧肥料貯蔵面積		3,720m ³ /年 ÷ 12月/年 × 3ヶ月/2m (高さ) = 465m ² 以上

インシャルコスト

スクリーン式攪拌装置	2,500万円
ロータリー攪拌機	1,200万円
焼酎廃液散布設備 (プール300m ³ 含む)	1,000万円
ブローア- (配管工事含む)	500万円
フルイ、コンベア、ホッパー	800万円
全自動袋詰め装置	1,000万円
脱臭装置	500万円
小計	7,500万円

その他

・一次発酵槽	50m (L) × 10m (5m × 2列) (W) × 2m (H) (実質 L = 50m × 1.2 = 60m)
・完熟造粒槽	38m (L) × 10m (5m × 2列) (W) × 1.5m (H) (実質 L = 38m × 1.2 = 46m)
・受入れ槽	(L = 10m W = 5m H = 2.2m) × 10槽
・フルイ・袋詰めスペース	8m × 20m = 160m ²
・製品置き場 (倉庫)	40m (L) × 15m = 600m ²
・ポンプ室 (脱臭装置含む)	4m × 5m = 20m ²
・管理事務所	

※設計費、建築費、配管工事、電気工事、車輛費は別途

本技術についての問い合わせは株式会社テクノマックス南日本 (099-298-5276) まで。

第6章

本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

概要

前章まで紹介した混合堆肥複合肥料や鶏ふん堆肥高付加価値肥料をキャベツや水稻等様々な作物に施用した事例を本章で紹介する。対照として用いた既存の肥料に対し施肥を混合堆肥複合肥料や鶏ふん堆肥高付加価値肥料に切り替えた場合のトピックス的な効果が示されている。収量や品質を保ったまま、コスト低減や土づくり等が図れることをご理解いただきたい。

本章では栽培事例に加えてそれぞれの事例の土壌条件、作物の品質、コスト計算根拠等が補足資料として記されている。より詳細に知りたい方はそちらも参照してほしい。



本書で紹介した肥料と対応する栽培事例一覧

区分	製造事例	名称	保証成分% (鶏ふん堆肥高付加価値肥料では含有量%)				ADL 含量 mg/gDM	マニュアル 本文参照 ページ
			窒素	りん酸	加里	化肥窒素 割合		
混合堆肥複 合肥料	①	すすき混合 4 3 3号	4.0	3.2	3.1	44%	170	P33
混合堆肥複 合肥料	②	キャベツ一発堆肥 入り 0 3 7	10	3.0	7.0	89%	105	P35
混合堆肥複 合肥料	③	混合堆肥 複合肥料 9.2-3.9-15.8号	9.2	3.9	15.8	86%	37	p37
混合堆肥複 合肥料	④	静岡混合堆肥複 合肥料 5-2-3	5.0	2.0	3.0	39%	196	p39
混合堆肥複 合肥料	⑤	静岡混合堆肥複 合肥料 7-2-5	7.0	2.0	5.0	66%	192	p41
混合堆肥複 合肥料	⑥	牛ふん堆肥入り混 合堆肥複合肥料 6 4 4号 (仮称)	6.0	4.0	4.0	50%	130	p43
鶏ふん堆肥 高付加価値 肥料		腐植酸粒状鶏ふ ん肥料 (仮称)	2.5	4.3	3.3	0%	99	p78
鶏ふん堆肥 高付加価値 肥料		黒い瞳 (通称)	2.6	6.3	5.5	0%	205	p84

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

製造事例	主原料		適用作物	肥料の特徴	栽培事例該当ページ
	堆肥	その他			
①	牛ふん堆肥 鶏ふん堆肥	加工家きんふん肥料 液状副産窒素肥料 硫安	麦 露地 野菜	施肥と土づくりを兼ねることができます。肥料成分を低く設定しているため、堆肥として多量に施用でき、高い土づくり効果を発揮します。	1 麦－水稲 p89 2 麦－大豆 p91
②	牛ふん主体畜種混合堆肥	ハイパーCDU 尿素 鶏ふん焼却灰 硫酸加里 他	キャベツ ハクサイ	牛ふん堆肥と苦土・ホウ素および緩効性のCDU 肥料を混合しているため、土づくりと施肥を同時に行うことができ、かつ追肥を省くことができます。	3 キャベツ p93 4 ハクサイ p95
③	牛ふん主体畜種混合堆肥 鶏ふん堆肥	ひまし油粕 硫安 塩化加里 他	水稲	被覆尿素とのバルクブレンドにより全量基肥施肥栽培に使用できます。側条施肥田植機でも利用できます。リン酸蓄積水田に対応するためにリン酸を低成分化しています	5 水稲 p97
④	牛ふん堆肥	ナタネ粕 副産窒素 硫酸加里	短期葉物 野菜	牛ふん堆肥を45%混合しているため、施肥と土づくりを同時に行うことができます。化肥窒素割合が50%以下なので、特別栽培に適用できます。	6 チンゲンサイ p99
⑤	牛ふん堆肥	ナタネ粕 副産窒素 IB 窒素 硫酸加里	一般野菜	牛ふん堆肥を48%混合しているため、施肥と土づくりを同時に行うことができます。緩効性のIB 窒素を混合しているため、安定した窒素肥効が得られます。	7 レタス p101
⑥	牛ふん堆肥	ひまし油粕 鶏ふん焼却灰 尿素 等	一般野菜 水稲	化肥窒素割合が50%なので、特別栽培に適用できます。原料に安価な国内資源を活用しているため、低価格化を実現しています。牛ふん堆肥を40%混合しているため、施肥と土づくりを同時に行うことができます。	8 リーフレタス p103
	採卵鶏ふん	腐植酸資材	一般野菜	腐植酸資材で土づくり効果を強化した粒状鶏ふん堆肥です。リン酸、カリ、石灰、苦土が多く含まれているため、施肥コストを大幅削減できます。	9 キャベツ p105
	ブロイラー鶏ふん	焼酎粕	作物全般	腐植酸が15%と高濃度に含まれており、高い土づくり効果を発揮します。リン酸、カリが多く含まれているため、施肥コストを大幅削減できます。	10 ブロコリーカンショ p107

1 麦－水稻輪作 (製造事例① すずき混合 433 号施用)

麦－水稻輪作圃場において、混合堆肥複合肥料を麦追肥として1回施用することにより、麦の収量を増加させ、かつ土壌の可給態窒素量と土壌有機物含有量を向上させることができました。

トピックス的効果：可給態窒素増加、土壌有機物増加

背景と目的

麦水稻輪作体系においては、堆肥投入が可能な時間的余裕がないため、土壌有機物および可給態窒素量の減耗と収量の低下が懸念されています。そこで、1回で肥料と堆肥が同時施用可能な混合堆肥複合肥料を用いて麦の収量を高め、年間の輪作収入を大きく下げることなく地力の向上が可能であることを実証しました。

栽培概要

堆肥を20年間投入していない麦水稻輪作圃場において、有機物施用量が多くなるよう麦追肥の速効性窒素量を基準値の6kg/10aより高い10kg/10aに設定し、混合堆肥複合肥料（以下開発肥料）400kg/10aを2年間連続施用しました（表1）。後作の水稻に堆肥由来の窒素、りん酸、加里が肥効すると想定し、1年目は水稻基肥を慣行の半量、2年目は被覆尿素のみとしました。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料区の小麦収量は、慣行化学肥料区より31～43%高くなり、後作の水稻収量は17%減少～2%増加となりました（図1）。
2. 開発肥料を施用する栽培法により、牛ふん堆肥0.41t/10aに相当する有機物を供給することができます（表1）。2年間平均の輪作収入は、慣行化学肥料区に比べ1,000円/10a程度の増加となりました（表2）。
3. 混合堆肥複合肥料区の土壌可給態窒素は施用から毎年有意な増加が認められました（図

2）。慣行化学肥料区にも増加がみられましたが、混合堆肥複合肥料区に比べ増加の程度は低く留まりました。また開発肥料区は土壌有機物含有量が有意に増加しました（図3）。

活用面と留意点

1. 混合堆肥複合肥料を追肥として多肥施用することで、小麦の収量と土壌可給態窒素、土壌有機物含有量が増加し、堆肥を散布する時間的余裕のない麦水稻輪作圃場の土づくりに使用できます。
2. 1年目の開発肥料区の水稲は、穂数・粒数が慣行化学肥料区の86%・88%と低かったことから、基肥量の不足が示されます。2年目に基肥を施肥基準量の被覆尿素とした結果、年間収入はプラスとなり、水稻の基肥は2年目の施肥法が適切と考えられます。
3. 開発肥料400kg/10aの散布時間はブロードキャスターで約15分、増量槽付きライムソーで約54分です。化学肥料のブロードキャスター散布の約3分に比べ長い時間が必要です。
4. この圃場では2018、2019年ともに水稻作期中の豪雨により約2mの冠水が生じたため、可給態窒素値には流入物の影響が含まれる可能性があります。

試験地 福岡県小郡市 水田
（細粒質普通低地水田土）

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

表1 施肥設計 (kg/10a)

試験区	冬作：小麦 チクゴイヅミ (窒素(アンモニア性)-リン酸-カリ,kg/10a)			夏作：水稻 元気つくし (窒素-リン酸-カリ,kg/10a)		牛ふん 堆肥 相当量 t/10a/年
	小麦基肥	小麦追肥 1回目	小麦追肥 2回目	1年目 水稻基肥	2年目 水稻基肥	
開発肥料区	化成 5.6-6-5	混合堆肥複合 18(10)-14-14	なし	化成 4-2-2※	被覆尿素 8-0-0	0.41
慣行区	化成 5.6-6-5	化成 4-0-4	化成 2-0-2	化成 8-5-5	化成 8-5-5	0

※開発肥料区の1年目水稻基肥は、慣行化学肥料区を半分に削減した設定

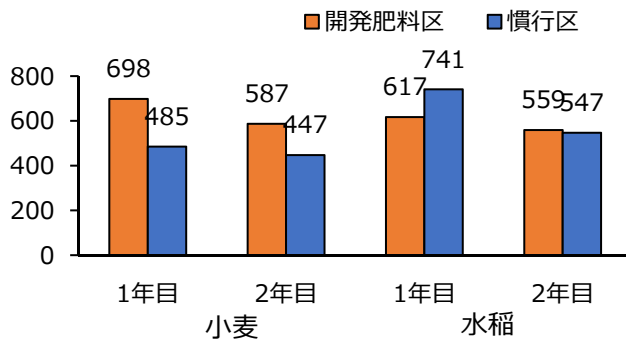


写真 小麦出穂後の状況

図1 小麦・水稻収量 (kg/10a)

表2 麦水稻輪作の施肥コストと収入 (円/10a/年、各2年間平均値)

試験区	肥料 価格	散布労賃 (ポットキャスト使用)	小麦 集荷価格	玄米 集荷価格	年間収入
開発肥料区	21,417	9,775	75,282	83,046	127,136 (+990)
慣行化学肥料区	11,260	8,937	53,945	92,398	126,146

注・計算根拠は補足資料に別記

- ・ () 内は慣行化学肥料区に対する増減。
- ・ 集荷価格は直接支払交付金と等級別価格を含み、肥料、散布労賃以外のコストは含まない。

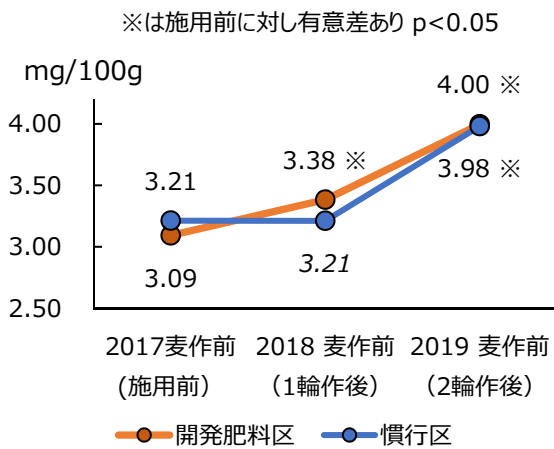


図2 土壤中可給態窒素量の推移

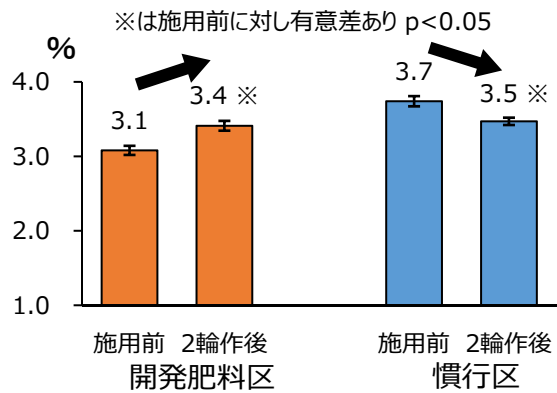


図3 土壌有機物含有量の推移
土壌全炭素含有量に1.724を乗じて推定

補足資料は109ページ

2 麦－大豆輪作（製造事例①すすき混合 434号施用）

麦－水稻輪作圃場において、混合堆肥複合肥料を麦追肥として1回施用することにより、麦大豆の輪作収入を保ちながら、土壌の可給態窒素量と有機物含有量を向上させることができました。

トピックス的効果：可給態窒素増加、土壌有機物増加

背景と目的

麦大豆輪作体系においては、堆肥投入が可能な時間的余裕がないため、土壌有機物および可給態窒素量の減耗と収量の低下が懸念されています。そこで、1回で肥料と堆肥が同時施用可能な混合堆肥複合肥料を用いて年間の輪作収入を高め、かつ地力の向上が可能であることを実証しました。

栽培概要

20年間堆肥を投入していない麦大豆輪作圃場において、有機物施用量が多くなるよう麦追肥の速効性窒素量を基準値の6kg/10aより高い10kg/10aに設定し、混合堆肥複合肥料（以下開発肥料）400kg/10aを2年間連続施用しました（表1）。後作の大豆に堆肥由来の窒素と加里が肥効すると想定し、大豆は無施肥としました。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料区の小麦収量は慣行化学肥料区より4～16%増加し、後作の大豆収量は7～11%増加しました（図1）。小麦には評点4(多)の倒伏が認められました。
2. 開発肥料を施用する栽培法により、牛ふん堆肥0.41t/10aに相当する有機物を供給することができ（表1）、2年間平均の輪作収入は慣行化学肥料区に比べ約1,400円の増加となりました（表2）。

3. 開発肥料区の土壌可給態窒素は施用から毎年有意な増加が認められました（図2）。慣行化学肥料区にも増加がみられましたが、開発肥料区に比べ増加の程度は低く留まりました。また開発肥料区は土壌有機物含有量が有意に増加しました（図3）。

活用面と留意点

1. 混合堆肥複合肥料を追肥として多肥施用することで小麦・大豆の収量と土壌可給態窒素は増加し、堆肥を散布する時間のない麦大豆輪作圃場での土づくりに使用できます。
2. 開発肥料400kg/10aの散布時間はブロードキャスターで約15分、増量槽付きライムソーで約54分です。化学肥料のブロードキャスター散布の約3分に比べ長い時間が必要です。
3. 窒素を標準より多く施用する方法であり、麦大豆輪作畑では麦の倒伏度が大きくなる可能性があるため、収量の低下が顕著でない圃場では施用量の削減が必要です。
4. この試験圃場では、2019年度大豆播種前にスタブルカルチによる切り返しが行われたため、可給態窒素値、土壌有機物含有量にはその影響が含まれる可能性があります

試験地 福岡県小郡市 水田
（細粒質普通低地水田土）

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

表1 施肥設計

試験区	冬作：小麦 チクゴイズミ (窒素(アモニア性)-リン酸-カリ,kg/10a)			夏作：大豆 フクコ 効(窒素-リン酸-カリ,kg/10a)	牛ふん 堆肥 相当量 t/10a/年
	小麦基肥	小麦追肥 1回目	小麦追肥 2回目	大豆基肥	
開発肥料区	化成 5.6-6-5	混合堆肥複合 18(10)-14-14	なし	なし	0.41
慣行区	化成 5.6-6-5	化成 4-0-4	化成 2-0-2	化成 1.2-4-4	0

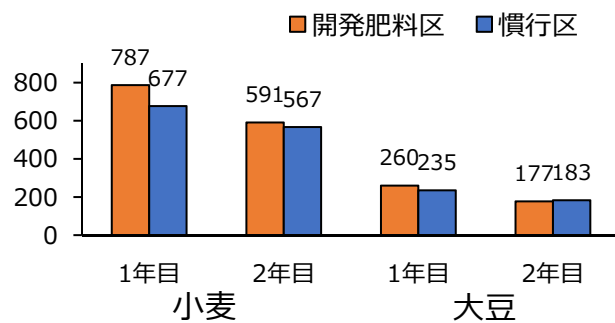


写真 ブロードキャスターを使った散布の様子

表2 麦大豆輪作の施肥コストと収入 (円/10a/年、各2年間平均値)

試験区	肥料価格	散布労賃 (ブロードキャスター使用)	小麦 集荷価格	大豆 集荷価格	年間収入
開発肥料区	18,788	9,496	80,730	68,755	121,202 (+1,396)
慣行区	8,357	8,937	71,325	65,766	119,806

注・計算根拠については補足資料に別記

- ・ () 内は慣行化学肥料区に対する増減。
- ・ 集荷価格は直接支払交付金と等級別価格を含み、肥料、散布労賃以外のコストは含まない。

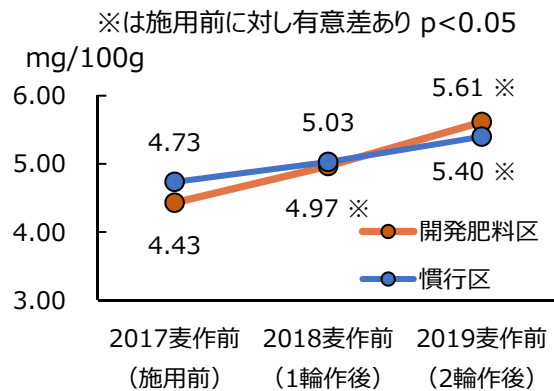


図2 土壤中可給態窒素量の推移

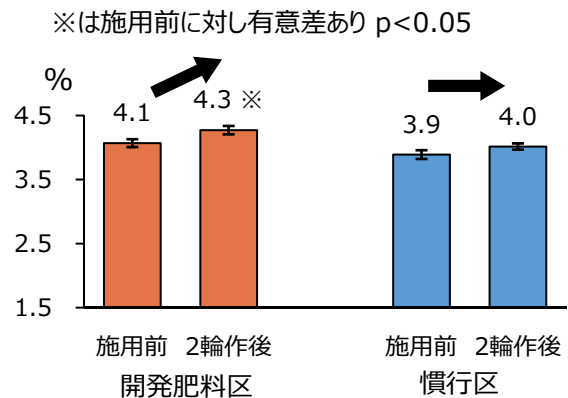


図3 土壤有機物含有量の推移
土壤全炭素含有量に1.724を乗じて推定

補足資料は110ページ

3 年内どりキャベツ（製造事例② キャベツ一発堆肥入り037）

キャベツの基肥に肥効調節型肥料を配合した混合堆肥複合肥料を施用すると、追肥を省け、かつキャベツの収量を保ったまま施肥コストを約 6,700 円/10a 削減することができました。

トピックス的効果：全量基肥施肥、施肥コスト削減

背景と目的

岡山県内のキャベツ栽培では、土壌中のリン酸が過剰な一方で、有機物や苦土・ホウ素の投入量が不十分なほ場が多く、土壌改良が求められています。また、年内どり（夏まき）キャベツ栽培の追肥は秋雨前線や台風による降水量が多い 9 月に行われるため、適期作業ができないほ場では肥効が不安定です。そこで、堆肥の混合により土壌改良効果が期待でき、かつ肥効調節型肥料の混合により追肥を省略できる全量基肥用の混合堆肥複合肥料を用いて、慣行施肥と同等の収量が得られることを実証しました。

栽培概要

開発した混合堆肥複合肥料（以下、開発肥料）は、地域慣行肥料と同量の窒素施用量になるように、全量を基肥に施用しました（表 1）。開発肥料には、三要素（NPK）の他に、有機物、苦土、ホウ素、石灰が含まれています。

慣行分施肥区は地域の栽培指針に準じて、牛ふん堆肥と土壌改良資材を施用し、高度化成を分施しました（表 1）。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料区の土壌中無機態窒素含量は、慣行分施肥区と同等以上で推移しました（図 1）。

2. 開発肥料区のキャベツの結球収量は、2 年とも慣行分施肥区と同等でした（図 2）。
3. 開発肥料区の施肥コストは、慣行分施肥区よりも約 6,700 円低減しました（図 3）。

活用面と留意点

1. 開発肥料は原料に肥効調節型肥料を混合しているため窒素肥効が緩効的であり、追肥作業が省けます。
2. 標準的な施肥量（250kg/10a）で施用すると、牛ふん堆肥約 300kg 相当量の有機物供給効果があります。
3. pH が 6 を下回る圃場では、別途石灰資材の投入が必要です。
4. 開発肥料は、保証成分として苦土 1%、ホウ素 0.05%を含む他に石灰を約 4%含みます。開発肥料を連用することで、土壌中の苦土、ホウ素の増加が期待できます。
5. 開発肥料はリン酸が低成分であるため、土壌にリン酸が十分に含まれるほ場（可給態リン酸 75mg/100g 以上）に適用できます。

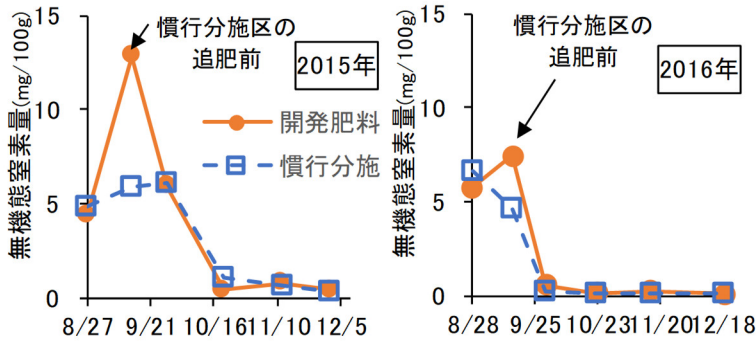
試験地 岡山県赤磐市、瀬戸内市
畑（典型台地褐色森林土など）

表1 施肥設計

試験区	基肥 (kg/10a)	追肥 (kg/10a)	施肥量 (kg/10a)		
			窒素	りん酸	加里
開発肥料	キャベツ一発 堆肥入り037 250kg	-	25	7.5	17.5
慣行分施	牛ふん堆肥2t 苦土石灰120kg 高度化成94kg	高度化成 63kg	25	25	25



開発した肥料



栽培試験

図1 土壌中の無機態窒素量の推移



(開発肥料区)



(慣行分施肥区)

収穫物

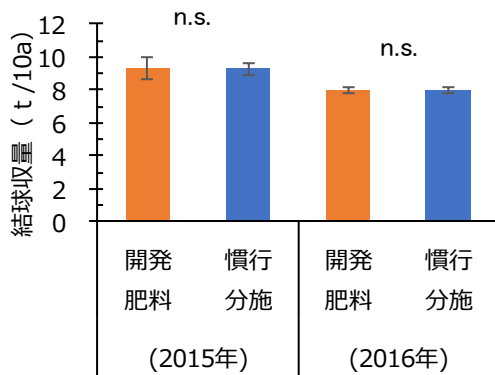


図2 結球収量

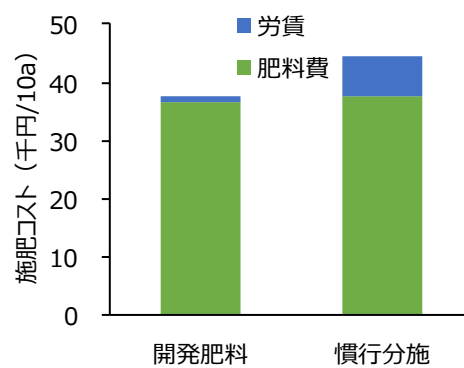


図3 施肥コスト

補足資料は 111 ページ

4 年内どりハクサイ（製造事例② キャベツ一発堆肥入り037）

ハクサイの基肥に肥効調節型肥料を配合した混合堆肥複合肥料を施用すると、追肥を省け、かつハクサイの収量を保ったまま、有機化成肥料に比べて施肥コストを約 1,900 円/10a 削減することができ、さらに連用により土壌肥沃度の向上効果もみられました。

トピックス的効果：全量基肥施肥、施肥コスト削減

背景と目的

岡山県内のハクサイ栽培では、土壌中のリン酸が過剰な一方で、有機物や苦土・ホウ素の投入量が不十分なほ場が多く、土壌改良が求められています。そこで、有機物供給効果が期待でき、追肥作業を省力できる全量基肥用の混合堆肥複合肥料を用いて、慣行施肥と同等の収量が得られることを実証しました。

栽培概要

開発した混合堆肥複合肥料（以下、開発肥料）は、地域慣行肥料と同量の窒素施用量になるように、全量を基肥に施用しました（表 1）。開発肥料には、三要素（NPK）の他に、有機物、苦土、ホウ素、石灰が含まれています。

対照として、地域慣行の高度化成肥料及び有機化成肥料をそれぞれ分施しました（表 1）。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料区の生育、収量は、3 か年とも高度化成区及び有機化成区と同等以上でした（図 1、写真）。
2. 開発肥料を連用した土壌では、高度化成を連用した土壌に比べて、可給態窒素、苦土、ホウ素が有意に増加し、pH は高く、

有機物含有量は増加する傾向でした。このように全体的に養分状態が向上しました（表 2）。

3. 開発肥料区の有機物供給効果は牛ふん堆肥換算で約 350kg/10a と推定されます（図 2）。
4. 開発肥料区の施肥コストは、高度化成区よりも約 15,500 円増加し、有機化成区よりも約 1,900 円低減しました（図 3）

活用面と留意点

1. 開発肥料は窒素肥効が緩効的であるため、追肥作業が省けます。
2. 開発肥料には、保証成分として苦土 1%、ホウ素 0.05%を含む他に石灰が約 4%含まれています。
3. 開発肥料はリン酸が低成分であるため、土壌にリン酸が十分に含まれるほ場（可給態リン酸 75mg/100g 以上）に適用できます。

試験地 岡山県赤磐市
畑（典型台地褐色森林土）

表1 施肥設計

試験区	基肥 (kg/10a)	追肥 (kg/10a)	施肥量 (kg/10a)		
			窒素	りん酸	加里
開発肥料	キャベツ一発 堆肥入り037 280kg	-	28.0	8.4	19.6
有機化成	有機化成 150kg	有機化成 130kg	28.0	22.4	28.0
高度化成	高度化成 94kg	高度化成 81kg	28.0	28.0	28.0



開発した肥料



(開発肥料)



(有機化成)



(高度化成)

収穫物

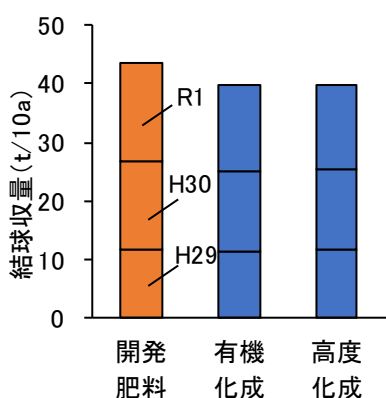


図1 結球収量

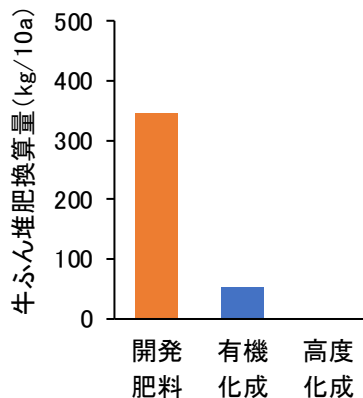


図2 有機物供給効果

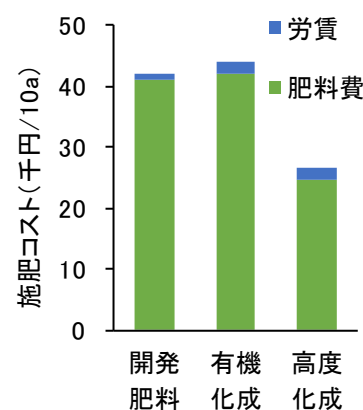


図3 施肥コスト

表2 栽培後の土壌化学性 (各肥料を4年間連用)

試験区名	pH (H ₂ O)	有機物 含有量 (%)	全 窒素 (%)	可給態 窒素 (mg /100g)	交換性塩基 (mg/100g)			熱水抽出 ホウ素 (ppm)
					CaO	MgO	K ₂ O	
開発肥料	5.9	2.3	0.12 b	3.6 b	169	16 b	25	0.7 b
有機化成	5.5	2.1	0.11ab	3.5ab	154	12 a	24	0.2 a
高度化成	5.4	2.1	0.11a	2.9a	152	11 a	24	0.2 a
分散分析			*	*		**		**

注) 分散分析: “**”は1%水準、“*”は5%水準で有意差あり

表中の異なる英文字間に5%水準で有意差あり(Tukeyの多重比較)

有機物含有量は、土壌中の炭素含有量に係数1.724を乗じて算出した推定値

補足資料は112ページ

5 水稲（製造事例③ エコペレ水稲中生一発 221）

水稲栽培において混合堆肥複合肥料と被覆尿素をバルクブレンドした肥料を全量基肥施肥することにより、収量を保ったまま施肥コストを削減することができました。

トピックス的効果：全量基肥施肥、施肥コスト削減

背景と目的

水稲作では肥料高騰対策として施肥コストの低減技術が求められています。一方、水田では長年続けてきた土壌改良の結果、リン酸が基準値を超えて蓄積している圃場も多くみられます。このようなほ場ではリン酸が少ない肥料を施用することで、施肥コストを抑制することができます。そこで、低リン酸成分化により価格を低減した全量基肥栽培に適する混合堆肥複合肥料を用いて、慣行肥料と同等の収量・品質が得られることを実証しました。

栽培概要

開発した肥料を地域で慣行的に使われている被覆複合肥料と同量の窒素施用量になるように、また、有機化成肥料の 1 割減の窒素施用量になるように全量基肥施用しました（表 1）。

施肥作業の省力化を図るため、側条施肥田植機で施肥しました。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料はペレット状の混合堆肥複合肥料を配合しているため、側条施肥田植機での繰出精度等が懸念されましたが、実際の施肥量は設定量比で 96～103%と精度よく施肥できました（表 2）。

2. 開発肥料区の水稲の収量は、被覆複合肥料や有機化成肥料と同等でした（図 1）。
3. 開発肥料を用いることにより、精玄米重 60 kg 当たりの施肥コストが被覆複合肥料に比べて 12%、有機化成肥料に比べて 56%低減しました（図 2）。

活用面と留意点

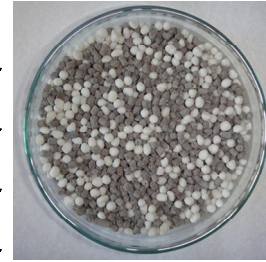
1. 混合堆肥複合肥料にバルクブレンドする被覆尿素は、水稲品種に合わせて選定しています。開発肥料には 100 日溶出タイプを配合しています。これにより全量基肥用肥料として利用でき、分施栽培と比べて肥料散布回数が削減されます。
2. 開発肥料は、リン酸が低成分であるため、土壌にリン酸が十分に含まれるほ場（可給態リン酸 20mg/100g 以上）に適用できます。

試験地 岡山県岡山市、倉敷市、赤磐市
水田（細粒質湿性低地水田土など）

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

表1 施肥設計

試験地 (品種)	試験区	施用肥料		成分施用量(kg/10a)		
		基肥	追肥	窒素	リン酸	カリ
A 岡山市 (ヒノヒカリ)	開発肥料 ²	開発肥料	-	8.7	0.9	4.4
	化成慣行 ²	被覆肥料	-	8.8	9.4	10.0
B 岡山市 (ヒノヒカリ)	開発肥料 ²	開発肥料	-	9.6	1.0	4.8
	化成慣行 ²	被覆肥料	-	9.4	4.7	4.7
C 岡山市 (ヒノヒカリ)	開発肥料	開発肥料	-	8.0	0.8	4.0
	化成慣行	被覆肥料	-	8.0	4.0	4.0
D 岡山市 (ヒノヒカリ)	開発肥料	開発肥料	-	8.0	0.8	4.0
	化成慣行	被覆肥料	-	8.0	4.0	4.0
E 倉敷市 (きぬむすめ)	開発肥料	開発肥料	-	8.0	0.8	4.0
	化成慣行	被覆肥料	-	8.0	8.5	9.1
F 倉敷市 (きぬむすめ)	開発肥料	開発肥料	-	8.0	0.8	4.0
	化成慣行	被覆肥料	-	8.0	3.2	3.8
G 倉敷市 (きぬむすめ)	開発肥料	開発肥料	-	8.0	0.8	4.0
	化成慣行	被覆肥料	-	8.0	3.2	3.8
H 赤磐市 (きぬむすめ)	開発肥料 ²	開発肥料	-	8.2	0.8	4.1
	化成慣行 ²	被覆肥料	-	7.8	8.4	9.0
I 赤磐市 (きぬむすめ)	開発肥料 ²	開発肥料	-	8.2	0.8	4.1
	有化慣行 ²	有機化成	有機化成	9.0	4.5	5.3



開発した肥料
(混合堆肥複合肥料と
被覆尿素のBB肥料)

² 側条施肥田植機で基肥施肥

表2 側状施肥田植機の施肥精度

試験地 (年次)	肥料の 繰出方式	試験区	施肥量(kg/10a)		繰出精度 ² (%)
			設定	実測	
A 岡山市 (H29)	目皿	開発肥料	45.0	43.5	97
	ロール式	化成慣行	60.0	58.7	98
B 岡山市 (H30)	目皿	開発肥料	50.0	48.2	96
	ロール式	化成慣行	50.0	47.0	94
H 赤磐市 (H29)	横溝	開発肥料	40.0	41.2	103
	ロール式	化成慣行	53.3	52.7	99
I 赤磐市 (H30)	横溝	開発肥料	40.0	40.8	102
	ロール式	有化慣行	41.7	39.9	96



側状施肥による栽培実証

² 実測施肥量/設定施肥量×100

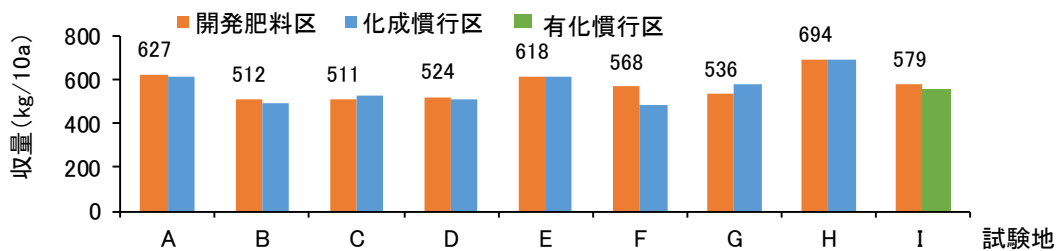


図1 精玄米収量

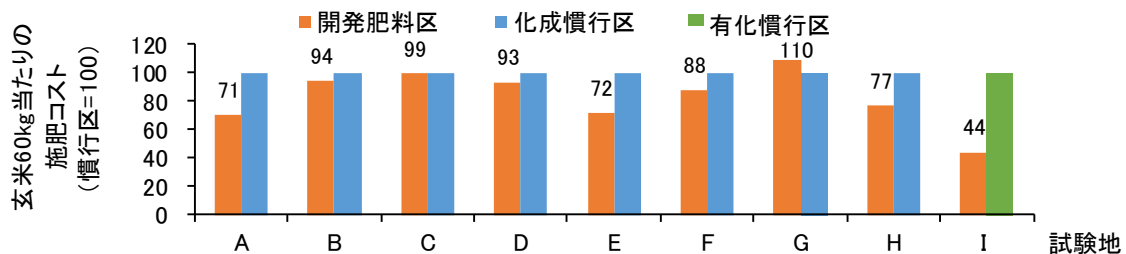


図2 施肥コスト

補足資料は113ページ

6 チンゲンサイ（製造事例④ 静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3）

チンゲンサイ施設栽培において、混合堆肥複合肥料を用いた精密な施肥により、可給態リン酸、交換性カリの過剰蓄積を抑えることができました。また、土壌有機物含有量と土壌硬度を慣行施肥と同程度に維持できました。

トピックス的効果：土壌養分バランスの維持

背景と目的

施設栽培においては、土壌の有機物含有量の低下が懸念される一方、堆肥成分の上乗せ施用による土壌中の養分過剰が問題となっています。そこでチンゲンサイ施設栽培において、土づくり効果の高い牛ふん堆肥をベースとして開発した混合堆肥複合肥料を用いて、これらの課題解決を図りました。

栽培概要

毎作 1.5t/10a の牛ふん堆肥と有機配合肥料 121kg/10a を施用した生産者慣行区に対し、静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3（以下開発肥料 523）を 1 作当たり夏～秋季：218kg/10a、冬～春季：267kg/10a 施用した開発区を設け、年 10 作栽培しました（表 1）。

結果の概要・特徴

1. 年間の総収量は、開発区は慣行区と同等でした（図 1）。
2. 開発区は土壌有機物含有量が 10 作栽培後も維持されました。また、慣行区に比べて可給態リン酸と交換性カリの蓄積を抑えることができました（表 2）。

3. 試験終了時の深さ 40cm までの土壌硬度は、開発区は慣行区と同程度で、土壌緻密度の改善が必要とされる 1500kPa 以下を維持しました（図 2）。
4. 開発肥料 523 を施用した場合の 165m²（一棟）当たりの施肥コストは、慣行管理に比べて施肥量が増えるため肥料費は高くなりましたが、堆肥施用時間が大幅に短縮できるのでほぼ同等の施肥コストになりました（図 3）。

活用面と留意点

1. 精密な施肥が可能となるので、土壌養分を適正に保つことができます。
2. 静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3 は、牛ふん堆肥と肥料をペレット状に加工、乾燥してあるので、手散布している施設栽培などで省力的に施用することができます。
3. 地温が低い時期（10月～5月）の栽培では有機物の分解、無機化が遅くなるので、施肥量を 2 割程度増やすことで収量を維持できます。

試験地 静岡県磐田市
無加温ビニルハウス
(中粒質普通灰色低地土)

表1 施肥設計

処理区	使用肥料	1作当たり施肥・堆肥等成分量 (窒素-りん酸-加里,kg/10a)			年間施肥量 (窒素-りん酸-加里,kg/10a)	牛ふん堆肥 相当量 ⁴⁾ t/10a/年
		夏・秋定植	冬・春定植	堆肥等 ³⁾		
開発肥料区 ¹⁾	開発肥料523	11-4-7	13-5-8	0-0-2	121-50-92	2.3
慣行区 ²⁾	市販配合923	11-2-4	11-2-4	6-22-25	168-245-291	15.2

¹⁾ 稲わら900kg/10aを年3回に分けて施用、牛ふん堆肥は無施用

²⁾ 牛ふん堆肥1.5t/10aを毎作、稲わら900kg/10aを年3回に分けて施用

³⁾ 肥効率(牛ふん堆肥:稲わら)=窒素(30%:0%)、りん酸(100%:100%)、加里(100%:100%)として試算

⁴⁾ 開発区は肥料中堆肥割合(乾物当たり)45%から現物量を試算

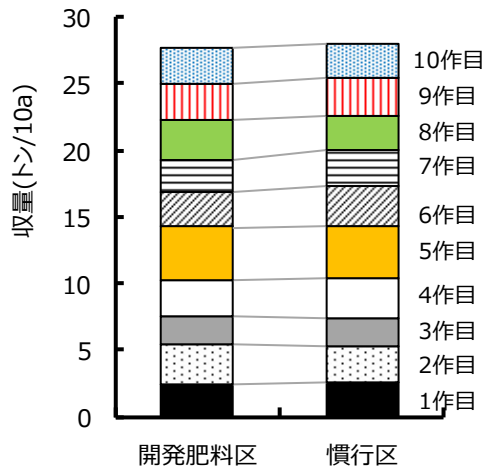


図1 チンゲンサイの作別収量

※22,545株/10a×調整重で算出

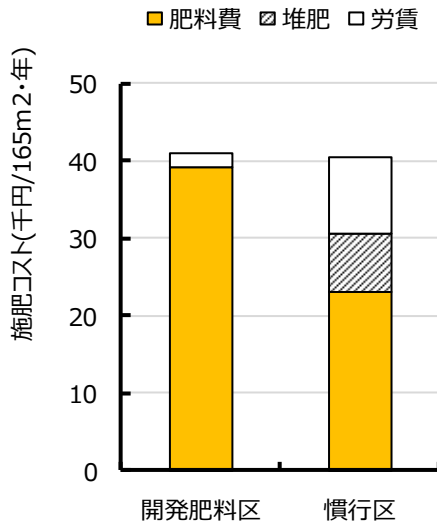


図3 チンゲンサイの施肥コスト

表2 チンゲンサイ作前後の土壌養分の変化

処理区	土壌有機物 ¹⁾ %		可給態りん酸 mg/乾土100g		交換性カリ mg/乾土100g	
	前	後	前	後	前	後
開発	4.9	5.4	171	170	26	30
慣行	4.7	5.9	170	196	23	48
基準 ²⁾	>5		20-80		15-50	

¹⁾ 土壌全炭素含有量に1.724を乗じて推定

²⁾ 施設内土壌 灰色低地土(静岡県土壌肥料ハンドブック)

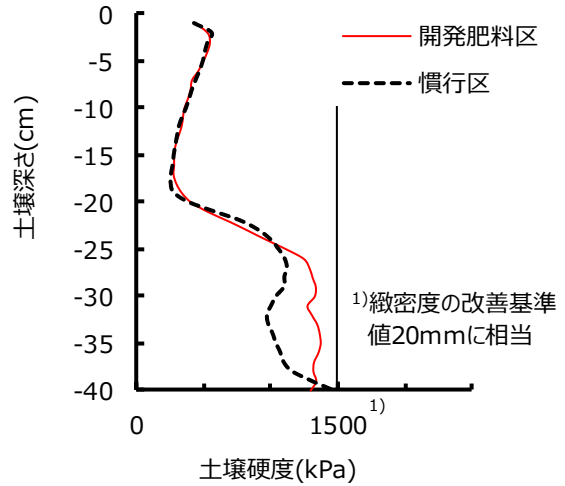


図2 チンゲンサイ作後の土壌硬度



写真 チンゲンサイ試験ほ場

補足資料は 114 ページ

7 レタス（製造事例⑤ 静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5）

レタスのトンネル栽培において、高度化成肥料の代わりに混合堆肥複合肥料を用いることで、施肥と同時に牛ふん堆肥 134～211kg/10a 相当量を施用できました。慣行施肥と収量は同等で、さらに pH 低下を抑える傾向が認められました。

トピックス的効果：土壌養分バランスの維持、特別栽培対応

背景と目的

堆肥施用は労力的な負担が大きいため施用量が減少しています。一方で土壌の有機物含有量の低下が懸念されます。そこで県内生産堆肥の大半を占める牛ふん堆肥をベースとして開発した混合堆肥複合肥料を活用することで、収量確保と土づくりの両立を目指しました。

栽培概要

レタストンネル栽培において、生産者慣行施肥（慣行区）に対し、静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5（以下開発肥料 725）を有機特別栽培に対応できるように施肥設計に組み入れた開発区を設けて、試験を行いました（表 1）。

試験地 A、B は 2018 年 11 月中旬、試験地 C は 12 月中旬、試験地 D は 2019 年 1 月中旬に定植し、2019 年 2 月から 3 月の間に順次収穫しました。

結果の概要・特徴

1. 開発区は、開発肥料 725 中の牛ふん堆肥相当量として 134～211 kg/10a が投入されました。
2. 11 月定植では、開発区は慣行区よりやや収量が少ない傾向ですが、12 月中旬以降の定植では、慣行区より収量が多くなりました（図 1）。

3. 開発区は慣行区より肥料費は平均 11%、労賃は平均 15%高くなりました（表 2）。
4. 開発区は慣行区より土壌 pH の低下を抑える傾向が認められました（図 2）。

活用面と留意点

1. 12 月以降に定植する厳冬期のレタストンネル栽培では、高度化成肥料の代わりに開発肥料 725 を施用することで、肥効が長期間持続し、株が大きく生育します。
2. 本肥料は施用後の窒素無機化がゆっくり進むので、定植前の土壌 EC（硝酸態窒素）が低いほ場では、初期生育が劣る場合があります。このようなほ場では、定植直後の肥効を確保するため化成肥料を併用してください。
3. 腐植の維持効果は数値としては確認されませんでした（補足資料参照）が、牛ふん堆肥として確実に施用されているので、相応の土づくり効果が得られると考えられます。

試験地 静岡県菊川市
水田後作園地
(中粒質湿性低地水田土)

表1 施肥設計と栽培概要

試験地 (面積)	処理区	成分施用量(kg/10a)			牛ふん堆肥 相当量(kg/10a) ¹⁾	上:定植日 下:収穫日
		窒素	りん酸	加里		
A (25a)	開発肥料区	36	13	20	134	11/12
	慣行区	34	17	17	-	2/15
B (22a)	開発肥料区	35	12	18	121	11/13
	慣行区	35	15	15	-	2/25
C (15a)	開発肥料区	37	11	26	211	12/18
	慣行区	37	18	18	-	3/20
D (25a)	開発肥料区	31	14	20	134	1/15
	慣行区	31	15	14	-	3/26

¹⁾開発 725 中の牛ふん堆肥割合(乾物当たり)48%から算出した堆肥相当量(現物換算)

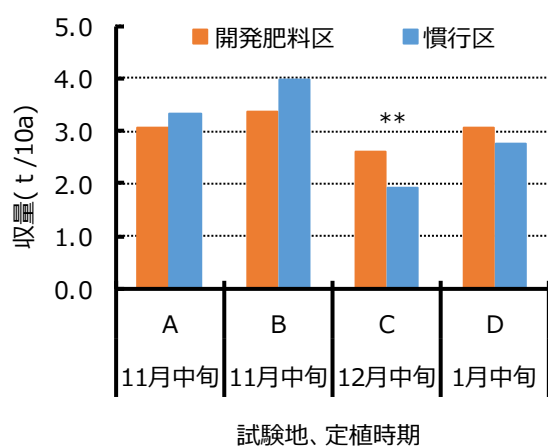


図1 試験地、定植時期の違いとレタス収量

※目標収量は 3 t / 10a 以上(6000 株/10a)

※図中**は 1%水準で有意差有り

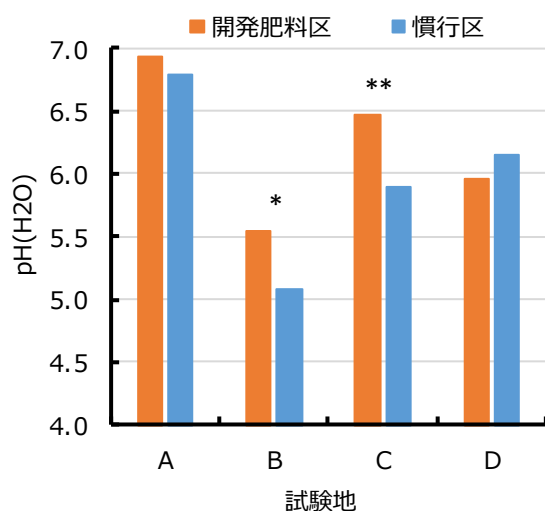


図2 栽培終了後の土壌 pH

※図中の**は 1%水準で、*は 1%水準で有意差有り。

表2 開発区と慣行区の施肥コストの比較

試験地	処理区	施用重量	肥料費	散布労賃
		kg/10a	千円/10a	千円/10a
A	開発	960	53.3	70.2
	慣行	810	43.4	59.2
B	開発	747	52.6	69.9
	慣行	648	49.2	59.2
C	開発	1085	50.6	79.3
	慣行	975	48.0	71.3
D	開発	939	45.5	71.5
	慣行	845	41.7	64.7



写真 レタス試験地 B
(12月上旬撮影、トンネル被覆前)

補足資料は 115~116 ページ

8 リーフレタス（製造事例⑥ 牛ふん堆肥入り混合堆肥複合肥料644号（仮称））

リーフレタス特別栽培において特別栽培農産物に対応した混合堆肥複合肥料の効果の評価をしたところ、農家慣行と同様な生育がみられ、かつ施肥コストが2割削減できました。

トピックス的効果：施肥コスト削減、特別栽培対応

背景と目的

野菜栽培のエコファーマーや特別栽培では肥料コストおよび施用労力の低減（や有機物の補給）が求められています。また、神奈川県では、その労力負担から、堆肥の施用が減少している地域があります。そこで牛ふん堆肥と他の有機質資材とを組み合わせ製造した特別栽培対応の混合堆肥複合肥料をリーフレタス栽培で施用し、効果の評価をおこないました。

栽培概要

9月23日に混合堆肥複合肥料（以下、開発肥料）を農家慣行肥施肥と同量の肥料（窒素）成分および有機態窒素割合になるように施用しました。リン酸、カリ成分の不足分は、過リン酸石灰、パームアッシュで補いました（表1）。

9月25日にリーフレタス2品種（緑系：グリーンジャケット、赤系：サマールージュ）を定植しました。11月21日と12月5日にそれぞれグリーンジャケットとサマールージュを収穫調査しました。

結果の概要・特徴

1. 収量は2品種中1品種で農家慣行区が有意に高い傾向でしたが、両区とも良好な生育が認められました（図1）。
2. 実証農家からは、肥効がゆっくり発現するので、軟弱成長が抑制されてよいと評価されました（表2）。

3. 従来品の有機化成を施用する慣行栽培と比較すると開発肥料の施肥コスト（10a当たり）は、肥料費が47.7千円（慣行比▲5.9千円）、労賃が2.0千円（慣行比▲0.6千円）と11%下がりました。
4. 年3.5作リーフレタスを栽培するとして、開発肥料中の原料堆肥の配合割合から開発肥料区に投入される堆肥の量を試算した結果、開発肥料区では、600kg/10aの牛ふん堆肥が施用されると試算されました（図2）。これにより土づくりが進むと考えられました。

活用面と留意点

1. 本混合堆肥複合肥料は、全窒素に占める有機態窒素の割合が50%なので特別栽培で使用でき、また牛ふん堆肥を40%（現物）配合しているので施肥と同時に堆肥の施用が可能です。
2. ひまし油粕など有機質肥料を配合しているため、施肥後播種する作物では、2週間程度空けるよう努める必要があります。
3. 本肥料の保証成分は $N:P_2O_5:K_2O = 6:4:4$ であるので、有効態リン酸、交換性カリが低い土壌では、リン酸、カリの施肥を補てんする必要があります。

試験地 神奈川県横須賀市
畑（淡色黒ボク土）

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

表1 施肥設計

開発肥料区			慣行区		
	重量	N-P-K		重量	N-P-K
開発肥料*	305	18-12-12	複合肥料743 (有機100%)**	80	6-3-2
過リン酸石灰	35	0-6-0	発酵鶏糞 (ペレット)	150	3-5-4
			高度化成肥料 (14-14-14)	60	8-8-8
			濃縮堆肥資材 (ペレット)	50	1-1-1
パーム灰	15	0-0-5	パーム灰	15	0-0-5
粒状苦土石灰	50	---	粒状苦土石灰	50	---
微量元素入り硫酸マグネシウム肥料	50	---	微量元素入り硫酸マグネシウム肥料	50	---
硫酸カルシウム (石こう) 肥料	50	---	硫酸カルシウム (石こう) 肥料	50	---
計		18-18-17	計		18-17-20
(うち有機態窒素)		(9)	(うち有機態窒素)		(9)

*有機態窒素50%配合 牛ふん堆肥配合混合堆肥複合肥料 6-4-4 (ペレット) (単位kg/10a)

**有機態窒素100%配合 7-4-3 (ペレット)

表2 実証農家の意見

- 散布が容易で、有機態窒素と化学肥料由来窒素の配合が5 : 5のため特別栽培に適した。
- 慣行施肥よりも肥効が穏やかだったため、気温が高い時期の急激な軟弱成長が抑えられ、病害や、リーフレタス特有のチップバーン等の生理障害が発生しづらそうな印象があった。
- 堆肥も一緒に散布できるので、周年栽培 (3.5回/年) に耐える土作りに役に立つと考えられた。



開発肥料区 農家慣行区
(品種：サマールージュ)

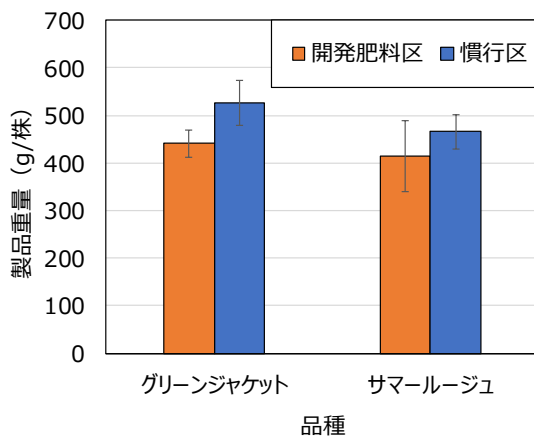


図1 リーフレタス収量

前提条件

開発肥料の施用量：窒素 20 kg/10a 相当量
 開発肥料の成分含有率：N:P₂O₅:K₂O=6:4:4
 使用肥料の堆肥配合率：40% (現物 35%含水率)
 乾物換算 26%(w/w)
 作付け回数：3.5 作/年

試算経過

⇒肥料施用量：333 kg/10a/作
 ⇒施用堆肥量 (作当り)：87kg/10a/作 (乾物)
 ⇒施用堆肥量 (年間)：305kg/10a/年 (乾物)

施用堆肥量 (現物 含水率 50%)：610kg/10a/年

図2 混合堆肥複合肥料施用時に投入される堆肥量の試算

補足資料は 117 ページ

9 冬どりキャベツ（鶏ふん堆肥高付加価値肥料 腐植酸粒状鶏ふん肥料施用）

冬どりキャベツの基肥として腐植酸鶏ふん粒状肥料を施用することにより、収量や品質を保ったまま、施肥コストを9,000円/10a削減することができ、かつ可給態窒素を高めることができました。

トピックス的効果：施肥コスト削減、可給態窒素増加

背景と目的

土地利用型農業においては施肥コストの低減および省力化が求められています。一方、堆肥施用が臭気やハンドリングの問題から制限される場合があります。そこで施肥成分量当たりの価格が安価であり、土づくり成分を含む腐植酸粒状鶏ふん肥料を用いて、慣行と同等の収量・品質が得られることを実証しました。

栽培概要

慣行区施肥成分相当量の腐植酸粒状酸鶏ふん肥料（腐植酸質資材5%添加）を施用しました（表1）。この肥料（腐植酸質資材5%添加）には窒素肥効がないため、窒素成分は基肥・追肥ともに尿素で施用しました。

結果の概要・特徴

1. 腐植酸粒状鶏ふん肥料区のキャベツの生育・収量は慣行区と同等でした（図1）。
2. 腐植酸粒状鶏ふん肥料を用いることにより、10a当りの施肥コストが慣行区に比べ9000円削減することができました（図2）。
3. キャベツ2作後の土壌可給態窒素は、慣行区と比較して、腐植酸粒状鶏ふん肥料区で高くなりました（表1）。

活用面と留意点

1. 腐植酸粒状鶏ふん肥料は腐植酸を一般鶏ふん肥料よりも多く含み、散布時の悪臭

発生が少ないため堆肥の散布しにくい場所での土づくりに使用できます。

2. 腐植酸粒状鶏ふん肥料は、窒素以外のリン酸、カリ、石灰等が豊富に含まれることから、窒素以外の施肥を大幅に削減でき、土壌改良として施用する苦土石灰・よりんを省略することができます。
3. 腐植酸粒状鶏ふん肥料の窒素肥効がないため、必要な窒素成分を化成単肥で施用する必要があります。
4. 腐植酸粒状鶏ふん粒状肥料の2年連用により土壌中の交換性石灰・苦土が増加するのに伴い、pHが上昇しました（表2）。腐植酸粒状鶏ふん肥料には石灰が豊富に含まれていることから、石灰施用を省略できますが、過剰施用とならないように施用量に注意すると共に、土壌診断を定期的に行い、交換性石灰をモニタリングする必要があります。

試験地 三重県玉城町

水田転換畑

（多腐植質厚層非アロフェン質黒ボク土）

6章 本書で紹介した肥料を用いた作物栽培事例

表1 施肥設計

試験区	資材及び施用量	施用量(kg/10a)※				
		窒素	リン酸	加里	石灰	苦土
腐植酸粒状鶏ふん肥料	基肥： 腐植酸鶏ふん肥料 570kg、 尿素 44 kg 追肥： 尿素 44 kg	30 (0)	25 (25)	19 (19)	0 (70)	0 (8)
慣行化成肥料	基肥： BMようりん 65 kg、 苦土石灰 80 kg 園芸化成682 125 kg 追肥： 追肥： 燐硝安加里S646 60 kg	30	25 <13>	25	0 <26>	0 <21>

※ ()内は腐植酸鶏ふん肥料由来有効成分を、<>内はようりん、苦土石灰由来成分を示す



腐植酸粒状鶏ふん肥料の散布



キャベツの栽培風景

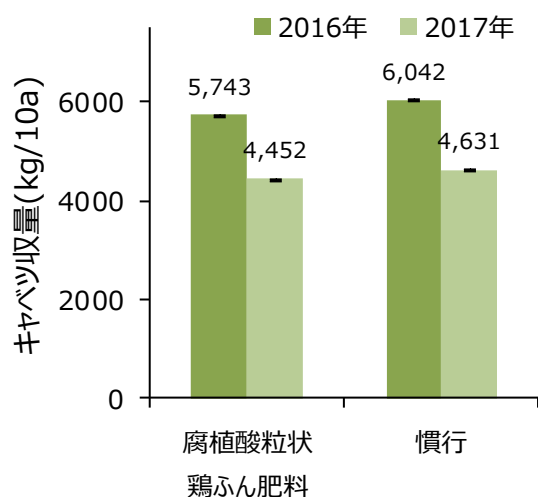


図1 キャベツの収量

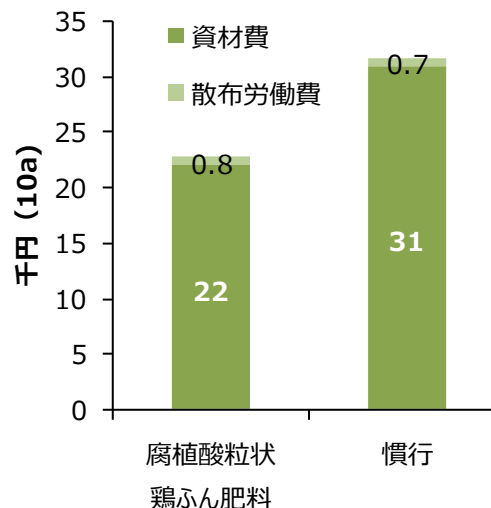


図2 施肥コスト

表2 キャベツ2作栽培後の土壌の化学性

	pH	EC (dS/m)	可給態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)			CEC (me/100g)
					石灰	苦土	加里	
腐植酸粒状鶏ふん肥料	6.0	0.04	6.8	54.1	443.7	31.9	52.0	37.2
慣行化成肥料	5.7	0.05	6.3	52.5	293.0	21.1	51.8	37.0

補足資料は118ページ

10 ブロッコリー＝カンショ（鶏ふん堆肥高付加価値肥料 黒い瞳施用）

ブロッコリー＝カンショ作体系で腐植酸含量の高い鶏ふん肥料を使用することにより、カンショの施肥の省略することができました。栽培終了後の土壌は・・・

トピックス的効果：施肥省力化、土壌養分バランスの維持

背景と目的

南九州の露地野菜—カンショの作付体系において、生産コストの削減と省力化が求められています。そこで、腐植酸含量の高い鶏ふん堆肥を用い、有機物還元とカンショ施肥の省略により省力化できることを実証しました。

栽培概要

ブロッコリーへの施肥は、牛ふん堆肥と化成肥料を施用する慣行区①に対して、開発肥料と硫酸を施用する②区を設定しました。開発肥料と化成肥料を施用する③区、カンショへの施肥は、上記の三区各々について化成肥料を施用する施肥区と省略する無施肥区を設けました（図1）。

結果の概要・特徴

1. 開発肥料と硫酸を施用する②区、開発肥料と化成肥料を施用する③区のブロッコリーの花蕾重は慣行施肥と同等でした（図2）。収穫適期となったブロッコリーは、慣行施肥で早い傾向にありましたが、最終的な可収穫株数は処理間で有意な差は認められず、65%以上を収穫できました（データ省略）。
2. ブロッコリー＝カンショの2作1回施肥において、ブロッコリーで開発肥料と硫酸を施用し（②）、カンショへの施肥を省略しても慣行程度の上いも収量が得られました（図3）。カンショ作前の施肥は茎葉重の増加に寄与し

ました（データ省略）が、塊根重の増加には寄与しませんでした。

3. 開発肥料を施用した二つの区では、土壌pHの低下と交換性カリの蓄積を抑えることができました（表1）。
4. 開発肥料を施用した区の肥料代はおよそ20千円から24千円で、カンショの施肥を省略した場合、肥料代は慣行と同程度かやや低くなります。

活用面と留意点

1. 開発肥料は腐植酸を一般的な鶏ふん肥料より多く含み、鶏ふん特有のにおいも少ないため土づくりも兼ねられる肥料です。
2. 開発肥料はリン酸、カリが豊富に含まれることから、これら成分の減肥ないし省略が可能です。
3. 一方、窒素肥効は牛ふん堆肥と同様に小さいため、必要な窒素成分は必ず施用する必要があります。

試験地 鹿児島県志布志市
露地畑
(腐植質普通黒ボク土)

ブロッコリー施肥

①慣行
牛ふん堆肥 2トン
高度化成（基肥）100kg
NK化成（追肥）2×31kg
肥料代 ¥ 21,858

②開発肥料+硫安
開発肥料 240kg
硫安 67.3kg
NK化成（追肥）31kg
肥料代 ¥ 20,496

③開発肥料+化成
開発肥料 240kg
高度化成 100kg
NK化成（追肥）31kg
肥料代 ¥ 24,379

カンショ施肥

施肥有（慣行）
イモ化成 40kg
肥料代 ¥ 4,276

施肥無
なし

図1 ブロッコリー=カンショ2作1回施肥の施肥設計
(詳細は補足資料 119 ページ)

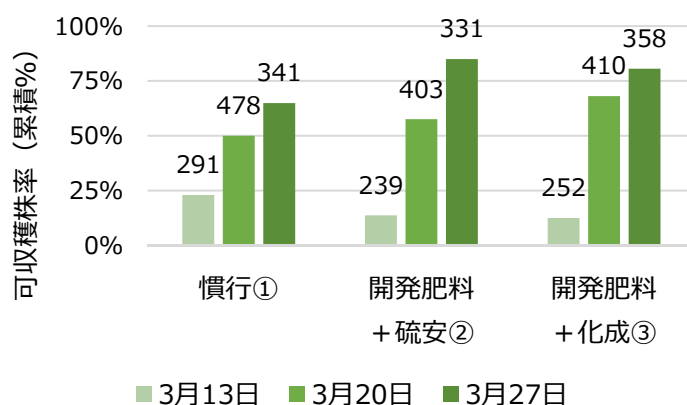


図2 処理別のブロッコリーの可収穫株率と花蕾重の推移
棒の上の数字は、花蕾重の平均値 (g)

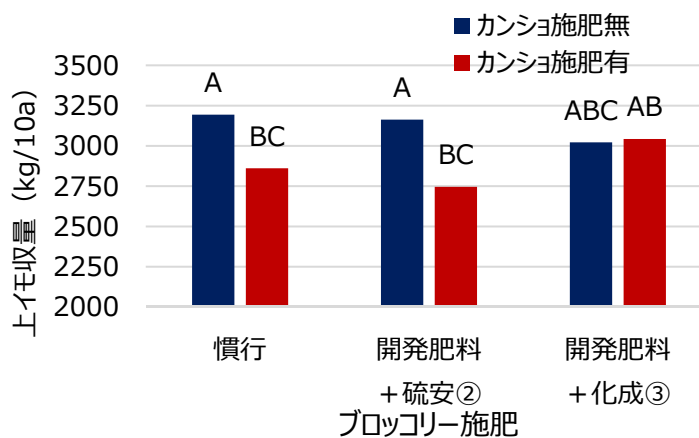


図3 カンショの上イモ収量
棒の上のアルファベットが異なる場合5%水準で有意差あり。

表1 栽培前後の土壌の理化学性

	カンショへの施肥	pH	可給態窒素 (mg/100g)	有効態リン酸 (mg/100g)	交換性カリ (mg/100g)	塩基飽和度 (%)
ブロッコリー栽培前	—	6.70	2.23	21.3	12.2	76.2
ブロッコリー栽培後						
慣行施肥		6.00	1.57	13.8	50.8	61.7
開発肥料+硫安		6.27	1.47	10.5	26.5	73.9
開発肥料+化成		6.40	1.62	15.2	50.8	92.1
ブロッコリー栽培後						
ブロッコリー	あり	6.93	2.26	13.4	37.8	75.5
慣行施肥	なし	6.83	2.47	12.2	44.6	78.5
ブロッコリー	あり	7.00	1.80	8.8	23.1	82.9
開発肥料+硫安	なし	6.87	1.82	9.1	22.5	73.1
ブロッコリー	あり	7.10	1.99	15.2	25.6	86.7
開発肥料+化成	なし	7.00	1.90	14.7	32.4	90.4

補足資料は 119 ページ

補足資料 1 表－水稲輪作（製造事例① すずき混合 433号施用）

1. 施肥前の土壌化学性

有機物投入が20年以上行われなかったため土壌有機物含有量が少なく、ECが0.1ms/cm以下に低下した圃場であった。

処理区	pH H ₂ O	EC μS/cm	腐植 %	C/N比	無機態N	可給態P	交換性塩基(mg/100g)			CEC me/100g
					mg/100g	mg/100g	加里	石灰	苦土	
開発肥料	5.58	57.6	3.08	10.6	1.33	18.7	26.5	161	16.4	19.7
慣行化学肥料	5.52	62.9	3.74	10.7	1.29	21.5	32.7	156	13.2	19.4

2. 開発肥料を施用した輪作2回後の土壌化学性

開発肥料の施用により土壌有機物含有量、C/N比に増加が見られた。ただしこの圃場は2018年、2019年ともに7月の豪雨により約2mの冠水を受けたため、土壌化学性値に冠水の影響が含まれている可能性がある。

処理区	pH H ₂ O	EC μS/cm	腐植 %	C/N比	無機態N	可給態P	交換性塩基(mg/100g)			CEC me/100g
					mg/100g	mg/100g	加里	石灰	苦土	
開発肥料	5.39	67.1	3.41	12.9	0.81	19.2	23.9	169	18.7	20.5
慣行化学肥料	5.31	61.2	3.47	12.1	1.02	20.3	18.6	123	12.1	19.3

3. コスト計算根拠

開発肥料すずき433は量産販売前のためメーカー試算価格（400円/10kg）で、慣行化学肥料はJA聞き取り価格（1,643円/20kg、2,834円/20kg、2,424円/20kg）を基に試算。

・施肥にかかる労賃は小都市農作業賃金表から麦基肥・播種作業賃（8100円/10a）、開発肥料散布者労賃＝土壌改良材散布作業賃（1,300円/10a）、慣行化学肥料散布時間＝開発肥料×1/5、補給員労賃＝その他の作業労賃（800円/h）を用いて試算。

処理区	肥料費(円/10a)				作業時間(h/10a)			労賃(円/10a)			
	麦 基肥	麦追肥 1回	麦追肥 2回	水稲 基肥	麦追肥 1回	麦追肥 2回	水稲 基肥	麦 基肥 播種	麦追肥 1回	麦追肥 2回	水稲 基肥
開発 肥料	2,788	16,000	0	2,629	散 1 補 0.12	0	散 0.2 補 0.024	8,100	1,396	0	279
慣行 化学 肥料	2,788	2,054	750	5,668	散 0.2 補 0.024	散 0.2 補 0.024	散 0.2 補 0.024	8,100	279	279	279

補足資料 2 表 – 大豆輪作 (製造事例① すずき混合 433 号施用)

1. 施肥前の土壌化学性

有機物投入が 20 年以上行われなかったため土壌有機物含有量が少なく、EC が 0.1ms/cm 以下に低下した圃場であった。

処理区	pH	EC	腐植	C/N 比	無機態 N	可給態 P	交換性塩基(mg/100g)			CEC
	H ₂ O	μS/cm	%		mg/100g	mg/100g	加里	石灰	苦土	
開発肥料	5.61	42.1	4.07	12.6	1.16	35.0	14.9	179	14.9	19.0
慣行化学肥料	5.66	44.1	3.90	12.5	1.23	32.9	18.0	184	14.5	23.3

2. 開発肥料を施用した輪作 2 回後の土壌化学性

開発肥料の施用区では土壌有機物含有量、C/N 比、可給態りん酸に増加が見られ、開発肥料施用の影響と考えられた。ただし、輪作 2 回目の大豆播種前にスタブルカルチによる切り返しが行われたため、深部土壌が混和した影響が含まれる可能性がある。

処理区	pH	EC	腐植	C/N 比	無機態 N	可給態 P	交換性塩基(mg/100g)			CEC
	H ₂ O	μS/cm	%		mg/100g	mg/100g	加里	石灰	苦土	
開発肥料	5.63	38.7	4.27	14.1	1.00	43.0	34.7	186	14.9	23.5
慣行化学肥料	5.34	51.5	4.02	13.8	0.70	35.5	36.5	145	10.6	24.4

3. コスト計算根拠

開発肥料すずき 433 は量産販売前のためメーカー試算価格 (400 円/10kg) で、慣行化学肥料は J A 聞き取り価格 (1,394 円、1,643 円、1,843 円/20kg) を基に試算。

・施肥にかかる労賃は小郡市農作業賃金表から麦基肥・播種作業賃 (8100 円/10 a)、開発肥料散布者労賃 = 土壌改良材散布作業賃 (1,300 円/10 a)、慣行化学肥料散布時間 = 開発肥料 × 1/5、補給員労賃 = その他の作業労賃 (800 円/h) を用いて試算。

処理区	肥料費(円/10a)				作業時間(h/10a)			労賃(円/10a)			
	麦基肥	麦追肥 1回	麦追肥 2回	大豆基肥	麦追肥 1回	麦追肥 2回	大豆基肥	麦基肥播種	麦追肥 1回	麦追肥 2回	大豆基肥
開発肥料	2,788	16,000	0	0	散 1 補 0.12	0	0	8,100	1,396	0	0
慣行化学肥料	2,788	2,054	750	2,765	散 0.2 補 0.024	散 0.2 補 0.024	散 0.2 補 0.024	8,100	279	279	279

補足資料 3 年内どりキャベツ（製造事例② キャベツ一発堆肥入り 037）

1. 圃場条件

pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	土壌有機物含 有量 ² (%)	可給態 窒素 (mg/100g)	有効態 リン酸 (mg/100g)	CEC (meq/100g)	交換性塩基(mg/100g)			ホウ素 (mg/kg)
						石灰	苦土	加里	
5.9	0.22	2.6	6.2	45	10.2	229	22	25	0.29

² 土壌中の炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した推定値

2. コスト計算根拠

- 肥料費は地域の実勢価格とし、混合堆肥複合肥料は 2,200 円/15kg、堆肥は 11,021 円/2t、苦土石灰 800 円/20kg、高度化成 2,804 円/20kg として算出した。
- 散布労賃は、経営指導指標及び地域の実勢価格に準じて算出した。肥料散布費は 1,000 円/h、堆肥散布費は 3,711 円/2t とした。

3. 収穫物の形質など

開発肥料区の生育及び結球品質は、慣行分施肥区と同等であった。

表 キャベツの生育、収穫物の形質

試験年次	試験区	定植 1 か月後	結球重 (kg/株)	収穫時調査			結球 緊度
		最大葉長 (cm)		結球部の形質 (cm)			
				縦径	横径	球高	
2015	開発肥料	30.0	1.95	21.1	21.1	13.2	0.63
	慣行分施	30.5	1.96	21.2	21.4	13.4	0.62
	t 検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2016	開発肥料	28.2	1.69	21.2	20.5	13.4	0.55
	慣行肥料	27.9	1.68	21.1	20.2	13.2	0.56
	t 検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

4. その他

- 開発肥料を 4 年連用すると、高度化成を施肥した場合に比べて、土壌の可給態窒素、苦土、ホウ素が増加し、養分状態が向上した（栽培事例 4「年内どりハクサイ」を参照）。
- 開発肥料区の有機物供給効果は牛ふん堆肥約 300kg/10a 程度であるため、連用 2 年後の土壌中の有機物含有量は牛ふん堆肥を 2t/10a 連用した慣行分施肥区の 2.4% に比べて、開発肥料区で 1.9% と低かった。

補足資料 4 年内どりハクサイ（製造事例② キャベツ一発堆肥入り037）

1. 圃場条件

pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	土壤有機物含 有量 ² (%)	可給態 窒素 (mg/100g)	有効態 リン酸 (mg/100g)	CEC (meq/100g)	交換性塩基(mg/100g)			ホウ素 (mg/kg)
						石灰	苦土	加里	
6.3	0.18	2.5	0.2	85	10.7	252	20	48	0.38

² 土壤中の炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した推定値

2. コスト計算根拠

- 肥料費は地域の実勢価格とし、混合堆肥複合肥料は 2,200 円/15kg、高度化成 2,804 円/20kg、有機化成 3,000 円/20kg として算出した。
- 散布労賃は、経営指導指標に準じて、1,000 円/h として算出した。

補足資料 5 水稲（製造事例③ エコペレ水稲中生一発 221）

1. 圃場条件

試験地	可給態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	加里飽和度 (%)
A	8	18	4.2
B	7	42	5.8
C	17	34	6.5
D	16	36	4.5
E	15	47	4.6
F	14	39	3.8
G	14	39	4.3
H	12	8	1.5
I	12	7	1.3

2. 収量構成要素、玄米品質

試験地	試験区	もみ数 (粒/m)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	食味計値 (コシ)		整粒歩合 (%)	外観品質 (1-9)
					食味値 HON	タンパク(%)		
A	開発肥料	30,359	89	23.2	78	7.9	71	4.0
	化成慣行	30,563	88	23.0	78	8.0	66	4.0
B	開発肥料	33,333	71	21.5	82	8.0	75	4.0
	化成慣行	31,409	73	21.6	77	8.1	77	4.0
C	開発肥料	33,505	68	22.4	81	8.4	74	3.0
	化成慣行	32,743	73	22.2	75	8.3	73	4.5
D	開発肥料	28,810	89	22.2	81	8.2	56	6.0
	化成慣行	27,557	85	22.5	75	8.5	53	7.0
E	開発肥料	40,514	73	21.6	81	7.6	63	4.0
	化成慣行	34,953	79	22.1	86	7.4	70	4.0
F	開発肥料	37,686	66	23.0	80	8.1	62	5.0
	化成慣行	34,833	62	22.9	85	8.2	61	5.0
G	開発肥料	40,858	58	21.0	86	8.2	72	5.0
	化成慣行	40,968	63	21.6	88	7.9	77	3.0
H	開発肥料	32,787	92	23.0	91	7.1	76	3.8
	化成慣行	33,126	91	23.0	90	6.9	78	3.8
I	開発肥料	30,406	86	22.1	93	7.5	62	3.8
	有化慣行	27,617	88	22.7	95	7.4	60	4.5

注) タンパクは乾物当たり

3. コスト計算根拠

- 肥料費は、J A 全農渡し価格を基にして施肥量から算出した。
- 散布労賃は、全量基肥施肥栽培（試験地 A～F）の場合は、試験区間で掛かり増し費用の差はないものと見なし、計上していない。分施栽培（試験地 G：有化慣行区）の場合は、経営指導指標に準じ、肥料散布費を 1,000 円/h として計上した。
 - 施肥コストは、上記の金額を基にして、慣行区の費用を 100 とした指数で示した。

補足資料 6 チンゲンサイ（製造事例④ 静岡混合堆肥複合肥料 5-2-3）

1. 施肥前の土壌化学性

・土壌 pH が低く、可給態リン酸が多いほ場であった。

処理区	pH	EC	土壌有機物 ¹⁾	C/N比	無機態N	可給態P	交換性塩基(mg/100g)			CEC
	H ₂ O	mS/cm	%		mg/100g		加里	石灰	苦土	me/100g
開発肥料区	5.14	0.13	4.9	11.6	1.4	171	26	181	25	15.5
慣行区	4.75	0.48	4.7	11.3	3.0	170	23	200	33	14.7
改善基準 ²⁾	6.0-6.5	<0.3	>5	-	-	20-80	15-50	250-320	55-75	>15

¹⁾土壌中の炭素含有量に係数1.724を乗じて算出した推定値

²⁾施設内土壌 灰色低地土(静岡県土壌肥料ハンドブック)

2. 10 作後の土壌化学性

・慣行区は開発区より土壌 pH、交換性石灰の値がやや高め。牛ふん堆肥施用の影響が認められた。

処理区	pH	EC	土壌有機物 ¹⁾	C/N比	無機態N	可給態P	交換性塩基(mg/100g)			CEC
	H ₂ O	mS/cm	%		mg/100g		加里	石灰	苦土	me/100g
開発肥料区	5.33	0.64	5.4	11.0	17.3	170	30	294	54	15.9
慣行区	5.68	0.63	5.9	11.4	12.2	196	48	369	57	17.2
有意性 ¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹⁾土壌中の炭素含有量に係数1.724を乗じて算出した推定値

²⁾分散分析によりnsは有意差無し

3. 収穫したチンゲンサイの養分吸収量（10 作平均）

・開発区のカリ吸収量は、施肥量（9.2kg/10a/作）とほぼ同程度。カリ以外は、施用量の違いによる影響は認められなかった。

処理区	養分吸収量(kg/10a)				
	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
開発肥料区	8.7 ±0.5	2.4 ±0.1	8.4 ±0.7	6.8 ±0.6	1.4 ±0.1
慣行区	8.8 ±0.5	2.4 ±0.1	10.7 ±0.6	6.5 ±0.5	1.3 ±0.1
有意性 ¹⁾	ns	ns	*	ns	ns

¹⁾分散分析によりnsは有意差無し

補足資料 7 レタス（製造事例⑤）静岡混合堆肥複合肥料 7-2-5)

1. 詳細な施肥設計

試験地	処理区	資材	成分含有率 (%)			施用量 kg/10a	成分施用量 (kg/10a)			牛ふん堆肥 換算(kg/10a) ¹⁾	
			窒素	りん酸	加里		窒素	りん酸	加里		
A	開発肥料区	開発725	7	2	5	280	20	6	14	134	
		有機配合	7	3	2	180	13	5	4		
		ボカシ肥料	7	4	4	60	4	2	2		
		計				960					
		土改材	発酵鶏糞				300				
		苦土・石灰資材				140					
	慣行区	高度化成	18	10	14	70	13	7	10	-	
		有機配合	7	3	2	240	17	7	5		
		ボカシ肥料	7	4	4	60	4	2	2		
		計				810					
		土改材	発酵鶏糞				300				
		苦土・石灰資材				140					
B	開発肥料区	開発725	7	2	5	253	18	5	13	121	
		有機配合	7	3	2	244	17	7	5		
		計				747					
		土改材	発酵鶏ふん				150				
		苦土・石灰資材				100					
		高度化成	18	10	14	60	11	6	8	-	
	慣行区	有機配合1	7	3	2	290	20	9	6		
		有機配合2	9	1	1	48	4	0	0		
		計				648					
		土改材	発酵鶏ふん				150				
		苦土・石灰資材				100					
		高度化成	18	10	14	70	13	7	10	-	
C	開発肥料区	開発725	7	2	5	440	31	9	22	211	
		ボカシ肥料	7	4	4	85	6	3	3		
		計				1085					
		土改材	石灰資材				60				
		発酵鶏糞				300					
		腐植酸資材				100					
	慣行区	高度化成	18	10	14	70	13	7	10	-	
		有機配合	7	3	2	260	18	8	5		
		ボカシ肥料	7	4	4	85	6	3	3		
		計				975					
		土改材	石灰資材				60				
		発酵鶏糞				300					
D	開発肥料区	開発725	7	2	5	280	20	6	14	134	
		有機配合	7	3	2	159	11	5	3		
		計				939					
		土改材	発酵鶏糞				300				
		石灰資材				140					
		苦土資材				60					
	慣行区	高度化成	18	10	14	60	11	6	8	-	
		有機配合	7	3	2	285	20	9	6		
		計				845					
		土改材	発酵鶏糞				300				
		石灰資材				140					
		苦土資材				60					

¹⁾開発725中の牛ふん堆肥割合(乾物当たり)48%から算出した堆肥相当量(現物換算)

2. 収穫後の土壌化学性

- ・ 処理前後における土壌有機物、可給態りん酸など土壌中成分の増減は、試験地、処理区間で傾向が異なり、混合堆肥複合肥料施用による効果は明確でなかった。

表 収穫後の土壌化学性

試験地	処理区	pH	EC	土壌有機物 %	無機態窒素 mg/乾土100g	可給態りん酸 mg/乾土100g	交換性塩基(mg/乾土100g)		
		H ₂ O	mS/cm				加里	石灰	苦土
A	開発肥料区	6.94	0.24	2.3	1.7	57	18	217	59
	慣行区	6.79	0.19	2.5	3.4	60	19	220	56
	有意性 ¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B	開発肥料区	5.54	0.47	2.5	13.4	30	24	249	75
	慣行区	5.08	0.71	2.6	24.6	37	32	261	73
	有意性	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C	開発肥料区	6.47	0.24	4.0	5.2	68	43	357	89
	慣行区	5.90	0.36	3.8	9.3	57	39	316	70
	有意性	**	ns	ns	ns	**	ns	*	**
D	開発肥料区	5.96	0.30	2.9	4.4	33	37	277	63
	慣行区	6.15	0.16	2.7	1.8	35	19	270	64
	有意性	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	ns
改善基準 ²⁾		6.0-6.5	-	>3	-	>10	15-45	190-280	40-70

¹⁾分散分析により*、**は危険率5、1%水準で有意差有り、nsは有意差無し

²⁾水田土壌 細粒質灰色低地土(静岡県土壌肥料ハンドブックより)

4. 収穫したレタスの株重、結球緊度と養分吸収量

・窒素、カリ吸収量は、全株重が小さい試験地 B を除き、開発区が多い傾向であった。

試験地	処理区	全株重 g	結球重 g	結球緊度 g/cm ³	養分吸収量(kg/10a)				
					窒素	りん酸	加里	石灰	苦土
A	開発	765	513	0.43	29	6.7	66	10.4	4.2
	慣行	754	553	0.50	25	7.0	59	11.5	4.9
	有意性 ¹⁾	ns	ns	*	*	ns	*	ns	**
B	開発	779	562	0.41	25	6.4	55	8.0	3.8
	慣行	942	662	0.41	32	8.0	65	10.4	5.1
	有意性	*	ns	ns	**	*	ns	ns	ns
C	開発	651	431	0.20	25	5.5	55	6.5	2.9
	慣行	544	321	0.16	22	4.5	47	5.3	2.6
	有意性	*	**	*	ns	ns	ns	*	ns
D	開発	746	508	0.31	24	4.9	55	5.9	3.6
	慣行	642	456	0.28	18	4.6	40	5.1	2.9
	有意性	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns

¹⁾分散分析により*、**は危険率5、1%水準で有意差有り、nsは有意差無し

5. コスト計算根拠

- ・ 開発肥料 725 は未販売のため、メーカー試算価格(約 2,000 円/20kg)で、他の肥料は生産者聞き取り価格を基に試算。
- ・ 施肥にかかる労賃は、2016 作物別技術原単位(静岡県)「レタス(トンネル栽培)」を基に、施肥時間は 20 時間/10a、労働単価は 1900 円/時間として試算。

補足資料 8 リーフラス（製造事例⑥ 牛ふん堆肥入り混合堆肥複合肥料644号（仮称））

1. 耕種概要

は種：2018年8月30日 定植：9月25日、基肥：9月23日

収穫調査：2018年11月21日（グリーンジャケット） 12月5日（サマールージュ）

作付け：27cm×33cm 千鳥 マルチ栽培。

表1 リーフラス収量

グリーンジャケット 11/21調査	全重量(g/株)		製品重量 (g/株)	収量 (kg/10a)
	平均	偏差		
慣行区	722	65	524	4.2
開発肥料区	604	39	441	3.6
検定結果	*	--	--	--

サマールージュ	全重量(g) ※1		製品重量 (g/株)	収量 (kg/10a)
	平均	偏差		
慣行区	629	49	466	3.8
開発肥料区	552	99	412	3.3
検定結果		--	--	--

* Student's t-test p<0.05

表2 土壌理化学性（栽培前土壌）（各位置4地点平均）

試験区名	pH	EC (mS/cm)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	交換性塩基			CEC (meq/100g)	塩基飽和度			
						CaO	MgO	K ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	合計
開発肥料区	7.0	0.22	3.2	1.1	20	751	153	85	34	79	22	6	107
慣行区	7.3	0.21	2.6	1.0	50	993	141	80	36	100	20	5	124

表3 土壌理化学性（栽培後土壌）

試験区名 (品種:グリーンジャケット)	pH	EC (mS/cm)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	交換性塩基			CEC (meq/100g)	塩基飽和度			
						CaO	MgO	K ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	合計
開発肥料区	7.2	0.32	4.1	0.4	17	645	157	82	34	67	23	5	96
慣行区	7.6	0.28	6.1	0.6	58	815	146	97	37	99	20	6	124

試験区名 (品種:サマールージュ)	pH	EC (mS/cm)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	交換性塩基			CEC (meq/100g)	塩基飽和度			
						CaO	MgO	K ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	合計
開発肥料区	7.1	0.37	7.7	0.7	19	729	172	89	35	75	25	5	105
慣行区	7.3	0.35	11.5	0.6	36	795	158	102	37	88	21	6	115

補足資料 9 冬どりキャベツ（鶏ふん堆肥高付加価値肥料 腐植酸粒状鶏ふん肥料施用）

1. 圃場条件

試験面積 (15×24m) ×2区

・栽培前土壌は交換性石灰・苦土が少ないため、pHがやや低い土壌であった。

2. コスト計算根拠

・資材コストは資材kg当りの単価として、腐植酸粒状鶏ふん肥料 30円（P80参照）、尿素 75円、BMよ
うりん 104円、苦土石灰 30円、園芸化成 111円、燐硝安加里 137円で算出した。

・施肥コストは散布時間実測値から算出した時間に時給 873円を乗じて算出した。

慣行化成肥料区

	資材名	作業項目	作業時間 ^{※3} (min/10 a)
土壌改良	苦土石灰	積み込み	1.3
		散布 ^{※1}	12.6
	ようりん	積み込み	1.3
		散布 ^{※1}	10.2
		耕起 ^{※2}	12.1
基肥	園芸化成 682	積み込み	2.7
		散布 ^{※1}	12.0
追肥	燐硝安加里 S646	積み込み	1.3
		散布 ^{※1}	5.8
合計			59.3

腐植酸粒状鶏ふん肥料区

	資材名	作業項目	作業時間 ^{※3} (min/10 a)
基肥	開発肥料	積み込み	8.0
		散布 ^{※1}	15.2
	尿素	積み込み	0.7
		散布 ^{※1}	20.1
追肥	NK化成	積み込み	1.3
		散布 ^{※1}	5.8
合計			51.1

※1 キングウエルKL340(クボタ)・ライムソワー(作業幅185cm)

※2 NZ2500(ニューホランド)・MXR2210(ニプロ)

※3 動画撮影により計測した実測値を10aあたりに換算(補正なし)

補足資料 10 ブロッコリー＝カンショ（鶏ふん堆肥高付加価値肥料 黒い腫施用）

1. 耕種概要

ブロッコリー定植：2017年10月27日、基肥：10月24日

収穫調査：2018年3月13、20、27日

畦間 120 cm 2条千鳥植え、株間 40 cm（品種グランドーム）

かんしょ定植：2018年4月20日、基肥：4月18日

収穫調査：2018年8月27、28日

畦間 90 cm株間 30 cm（品種ベにはるか）

表 ブロッコリー、カンショへの施肥量(詳細)

	資材量	(kg/10a)			化学肥料 合計	肥料代 (円/10a)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ブロッコリー施肥						
①慣行区						
牛ふん堆肥 (0.95-1.52-1.82)	2000	19*	30.4*	36.4*	} 62.8	9,400
化成肥料 (14-14-14)	100	14	14	14		7,500
追肥11月上旬：化成 (18-0-16)	30.6	5.5		4.9		2,479
追肥2月上旬：化成 (18-0-16)	30.6	5.5		4.9		2,479
						小計 21,858
②開発肥料＋硫安区						
開発肥料 (3.7-8.9-7.8)	240	8.9*	21.4*	18.7*	} 24.4	14,400
硫安(21-0-0)	67.3	14				3,617
追肥2月上旬：化成 (18-0-16)	30.6	5.5		4.9		2,479
						小計 20,496
③開発肥料＋化成区						
開発肥料 (3.7-8.9-7.8)	240	8.9*	21.4*	18.7*	} 52.4	14,400
化成肥料 (14-14-14)	100	14	14	14		7,500
追肥2月上旬：化成 (18-0-16)	30.6	5.5		4.9		2,479
						小計 24,379
かんしょ施肥						
施肥区						
化成肥料 (8-12-20)	40	3.2	4.8	8.0	16.0	4,276
無施肥区						
かんしょ作への施肥省略	0				0.0	0

*袋に表示の主要な成分の含有量からの計算値

引用文献

- 浅野智孝 (2017) 混合堆肥複合肥料の開発経過とそれに適した家畜排泄物堆肥の性状. 畜産環境情報 68, 1-12.
- 浅野智孝 (2018) 地域資源を活用した混合堆肥複合肥料の開発経過と特性. 日本土壌肥料学会講演会「土と肥料」講演スライド <http://jssspn.jp/info/file/講演スライド-浅野.pdf>
- 荒川祐介(2012) 堆肥のペレット成型がそのリン酸肥効に及ぼす影響. 日本土壌肥料学雑誌 83 249-255.
- 畜産環境整備機構 (2005) 堆肥の品質実態調査結果. 堆肥の品質実態調査報告書,14-58.
- 中央畜産会 (2003) 堆肥化施設設計マニュアル 第3版. 246 p. 中央畜産会、東京
- 自給飼料利用研究会編 (2009) 三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック. (社) 日本草地畜産種子協会 p19-21.
- 神奈川県農業技術センター (2013) 牛ふん堆肥中のカリ成分は化学肥料と同等の肥効を示します. <http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/745983.pdf>
- 金澤健二 (2009) 都道府県の施肥基準値及び堆肥の施用基準値のデータベース 並びに作物の収穫物の養分含有率のデータベースとその利用法. 中央農研研究報告 12 27-50.
- 小宮山鉄兵・辻あづみ (2013) 混合堆肥複合肥料の開発. ～堆肥と普通肥料を混合した安価な有機複合肥料～ グリーンレポート No.531 10-11.
- 水木剛・白石誠・森次真一・大家理哉・鳥家あさ美・鷲尾建紀・萩野隆 (2018) 鶏ふん焼却灰入り混合堆肥複合肥料の保存性評価. 2018 年度日本畜産学会講要 200.
- 小柳渉・安藤 義昭・水沢 誠一・森山 則男 (2004) 家畜ふん堆肥中の塩類組成の特徴. 日本土壌肥料学雑誌 75 91-93.
- 小柳渉・安藤義昭・棚橋寿彦 (2007) 有機質資材の分解特性とその指標. 日本土壌肥料学雑誌 78 407-410.
- 小柳渉・棚橋寿彦・村松克久・小橋有里 (2010) 易分解性有機物の指標としての AD 可溶有機物の有用性. 日本土壌肥料学雑誌 81 383-386.
- 小柳渉・村松克久・小橋有里 (2011) 分解特性からみたバイオマスおよび堆肥の利用方向. 新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告 17 9-14.
- 植物栄養・土壌・肥料大事典編集委員会 (1976) 植物栄養・土壌・肥料大事典. (株) 養賢堂 1064p. 東京
- 全国農業協同組合連合会 (2009) くみあい肥料の品質の考え方. https://www.zennoh.or.jp/eigi/pdf_hiryo/hiryo_kumiai.pdf
- 全国農業協同組合連合会 (2012) 全農における肥料の品質を守る取り組み. グリーンレポート No.514 14-15.

編集・執筆者一覧

(50 音順)

浅野智孝（朝日工業株式会社）	第 2、3 章
荒川祐介（農研機構九州沖縄農業研究センター）	第 1 *、5 * 章
小柳渉（新潟県農業総合研究所畜産研究センター）	第 2 *、6 * 章
竹本稔（神奈川県農業技術センター）	第 4 *、6 章
遠矢博明（株式会社テクノマックス南日本）	第 5 章
堂本品子（三重県農業研究所）	第 5、6 章
中村明弘（静岡県農林技術研究所）	第 3、4、6 章
中村功（農林水産省消費・安全局）	第 1 章
西尾祐介（福岡県農林業総合試験場）	第 3、4、6 章
水木剛（岡山県農林水産総合センター畜産研究所）	第 3、4 章
森次真一（岡山県農林水産総合センター農業研究所）	第 3 *、4、6 章

* 当該章の編集にも携わった。

あとがき

肥料に含まれる、りん酸、加里については、海外に偏在する枯渇資源であり、日本では、ほぼすべてを海外からの輸入に依存している。肥料コストは農産物の生産コストの約 1 割を占めるとされており、肥料の値上がりが農業経営に与えるインパクトは大きい。実際、2017 年の肥料価格は 10 年前に比べておよそ 26%高い（農業物価統計）。その一方、家畜ふん堆肥には、全国の農耕地で肥料として施用されている肥料成分の相当な部分をカバーできる量の肥料成分が潜在的に含まれる（金澤,2009）。家畜ふん堆肥の肥料原料化を促進することで、環境への負荷を減らし、肥料原料の輸入依存からの脱却を図ることは、非常に有意義であると考えられる。

営農現場に目を向けると、農業者の高齢化等により省力的な施肥・有機物施用技術が求められており、その一方で過剰施肥や有機物の過剰施用などにより養分が蓄積した土壌が多く見受けられる。本マニュアルで紹介した肥料は、肥料成分と有機物を同時に供給でき、かつ施肥基準に沿った適切な肥料成分施用が可能である。このように省力化、養分管理などの面からも非常に有効な技術となる可能性を秘めていると言えよう。

本書は、農林水産省委託プロジェクト「有機質資材」の研究成果をとりまとめたものである。一般社団法人日本土壌肥料学会 元常務理事の安西徹郎博士、公立大学法人宮城大学食産業学部の木村和彦教授には、プロジェクト研究の外部専門家として研究の推進にあたりご助言をいただくとともに本書の細部にわたりの確なご指摘をいただいた。農林水産省の方々には本書の素稿に対して有意義なご指摘をいただいた。特に法令の解釈について丁寧にご教示いただいた。以上の方々に対してここに深謝の意を表す。

2020 年 2 月 18 日
編集代表 荒川祐介

本マニュアルは農林水産省委託プロジェクト研究「生産コストの削減に向けた有機質資材の活用技術の開発」（2015～2019）の成果の一部を利用し、有機質資材コンソーシアム「家畜ふん堆肥の高度利用による化学肥料削減技術の開発」研究グループの責任において作成したものです。なお、本マニュアルの情報の掲載には十分な注意を払っておりますが、掲載された情報を利用することによって生じたいかなる損害等について、理由の如何に関わらず、農研機構および執筆者は一切の責任を負いません。

本マニュアルに掲載されている情報へのご指摘、ご意見等、あるいは本マニュアルの複製・転載のご希望がありましたら、下記連絡先までご連絡いただきますようお願いいたします。

また、本マニュアルは以下の URL からダウンロード可能です。あわせてご参照下さい。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/133583.html



農林水産省委託プロジェクト
有機質資材コンソーシアム編

2020年3月31日 発行

技術マニュアル
混合堆肥複合肥料の製造とその利用
家畜ふん堆肥の肥料原料化の促進

発行者 農研機構 九州沖縄農業研究センター
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2421

印刷 株式会社 都城新生社印刷
〒885-0004 宮崎県都城市都北町 7284-1

連絡先 農研機構 九州沖縄農業研究センター
畑作研究領域
〒885-0091 宮崎県都城市横市町 6651-2
電話 0986-24-4270 (代表)
電子メール arakaw@affrc.co.jp