

## 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

朝日工業株式会社 農業資材本部 開発部

浅野 智孝

### 1. はじめに

朝日工業は、有機肥料を主体とした粒状複合肥料を生産販売する肥料メーカーであり、特に資源リサイクルをベースとした原料開発を得意とし、これまでも水産加工場や食品工場などの排水処理工程で発生する脱水ケーキを有機原料化する等さまざまな開発を手がけてきました。

当社が自社原料開発する目的は、良質な肥料原料を安定的かつ低コストで確保することです。

そういった意味で堆肥は国内で発生する魅力的な有用有機資源の一つですが、法律上 NPK<sup>(注)</sup>を保証する複合肥料の原料としては使用出来ませんでした。しかしながら各県試験研究機関での肥効試験を経て、2012年9月ようやく法律の規格改正が認められ、堆肥を複合肥料の原料として使用可能となる「混合堆肥複合肥料」の規格が制定されました。これにより新たな堆肥の利用促進の道が拓かれることとなりました。

本稿ではこの新しい規格である「混合堆肥複合肥料」がどのような肥料であり、どのような堆肥が使用出来るのか、また肥料メーカーから見てどのような堆肥が、原料利用上望ましいのかについてご紹介させて頂きたいと思います。

### 2. 肥料取締法での特殊肥料と普通肥料

まず「混合堆肥複合肥料」の話に入る前に、簡単に肥料取締法における堆肥の位置づけについて説明させて頂きます。

肥料取締法の中では、まず化成肥料等 NPK 等の成分保証が出来る普通肥料と堆肥など成分保証の出来ない特殊肥料に分類されます。特殊肥料となる肥料は NPK 成分の含有が少ないもしくは不安定なものや肥効性の発現が充分でない場合など、成分保証もしくは肥効性に於いて課題のある原料や発生や流通量的に不安定な原料等が含まれます。

有機質肥料である菜種油粕、魚粕、骨粉等は NPK 成分の保証が出来る普通肥料に分類され、化成肥料などの複合肥料の原料として使用出来ますが、特殊肥料はその性状から混合使用することが認められていません。堆肥も一般的に NPK 成分は低く、肥効性についても低めもしくは不安定であることから特殊肥料に分類され、複合肥料への原料使用は認められていませんでした。

### 3. 堆肥複合肥料開発の背景

#### (1) 家畜ふん堆肥の肥料原料としての魅力

家畜ふん堆肥には、主に鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥、牛ふん堆肥の3種類とこれらの混合堆肥があります。

その中でも鶏ふん堆肥は、窒素成分は 2.5%以上、水分 20%以下であれば加工家きんふん肥料となり、複合肥料に使用可能な普通肥料とすることが出来ます。この様に家畜ふん堆肥は肥料成分が充分多く含まれ、特に鶏ふん、豚ふんについては複合肥料の最低基準である NPK 合計で 10%以上含まれる場合が多くなっていま

す。

この値は菜種油粕の一般的NPK成分合計8%よりも充分高く、有機原料としても魅力的であることがわかります。特に植物油粕類はPK成分があまり高くありませんが、豚ふん堆肥では燐酸成分が5%近くも含まれており(表1)、近年肥料価格高騰、資源枯渇で問題となっている燐酸資源としても有用であると思われます。

表1 豚ふん堆肥の成分値 (%)

項目	水分	TN	TP	TK
平均	29.9	3.24	5	2.35
標準偏差	7.41	0.61	1.48	0.58

※全国56箇所堆肥場より採取

また牛ふん堆肥では加里成分が高いなど家畜種により特長があります。これら家畜ふんはNPK肥料成分も十分含まれ、海外依存度の高い肥料原料を身近で確保するのに適していると言えます。

## (2) 耕種農家から見た堆肥の課題

日本の耕種農家は、非常に土づくりに熱心であり堆肥については積極的に利用したいと考えていますが、堆肥利用上のネック要因としては品質と散布労力が先ず上げられます。

### ① 品質面の課題

品質面では、堆肥のNPK肥料成分量として畜種、生産方式により違いがあり、また肥効面にも差があります。また近年の堆肥は前記の通り肥料成分が十分含まれている為、養分の蓄積が逆に問題にもなっています。堆肥を生産している畜産農家は堆肥生産を目的にしている訳ではありませんので成分の管理までは中々出来ない状況にあります。またよくある問題として雑草種子の混入、食中毒菌の懸念も上げられます。

### ② 散布労力の問題

前記の通り耕種農家の高齢化が問題となっている現場では、ハンドリング性の悪い堆肥を圃場に均一に散布するには労力が必要となり、専用の散布機を必要とするなど施肥対応は非常に困難を極めます。また畜産農家の方でも堆肥散布を請け負っている事例もかなり増えていますが、散布する際の近隣への粉塵、悪臭等の問題があり、当日の風向き等の配慮や、圃場まで運搬する際にもこぼれ等に注意するなど、対応には苦慮しているとのことです。

### (3) 堆肥と化成肥料混合の要望

朝日工業では、これまでも地元埼玉県農林総合研究センター(現:埼玉県農業技術センター)を中核機関とする研究事業の中で食品残渣堆肥の利用促進を目的とし、施肥作業性を改善した融合堆肥ペレット(彩の国食品系エコペレット)を開発して参りましたが、その中で出てきた課題が下記の通りです。

- ①製品成分が低いので散布量及び在庫量が多くなってしまふ。
- ②肥効性は一般堆肥より改善されているが、高度化成肥料との同時施肥がより良い。

これらの課題から実際の施肥場面では、高度化成肥料との同時施用が一般的となった為、いっそのこと融合堆肥と高度化成肥料を一つの粒に出来れば一度の散布で済み、労力の低減になるとの要望が多く聞かれました。

しかしながら冒頭でご説明しました通り、この時点では特殊肥料である堆肥と普通肥料である化成肥料の混合は法律上認められていませんでした。

#### 4. 混合堆肥複合肥料の規格化

##### (1) 規格改正申請

前記の法律上の課題をクリアにする為、研究事業での中核機関である埼玉県農総研と協議し、堆肥を化成肥料の原料として使用可能とする規格の設定等が可能か肥料登録の管轄部署に打診して頂き、新たな規格を設定するべく申請を実施することとなりました。

埼玉県農総研では食品残渣堆肥を使用した複合肥料を設定し、畜産堆肥については当時情報交流していた三重県農業技術研究所にて牛・豚・鶏の混合畜ふん堆肥を使用した複合肥料を設定して頂きまし

た。当社の試験造粒機で試験サンプルを作成し、両県にて肥効試験を実施して頂き、当社ではポット試験及び土中インキュベートによる無機化試験、各堆肥の生産工程と堆肥及び製品の成分安定性(季節変動)、重金属、食中毒菌等のデータを揃え、2010年10月規格改正申請し、その後、食品安全委員会、パブリックコメント、TBT<sup>注2</sup>加盟国へ照会等の審査を経た後、2012年9月「混合堆肥複合肥料」という新たな規格が制定され施行されました。朝日工業では、愛称名を「エコレット」と命名し、2013年より本格販売を開始しました(図1、2)。

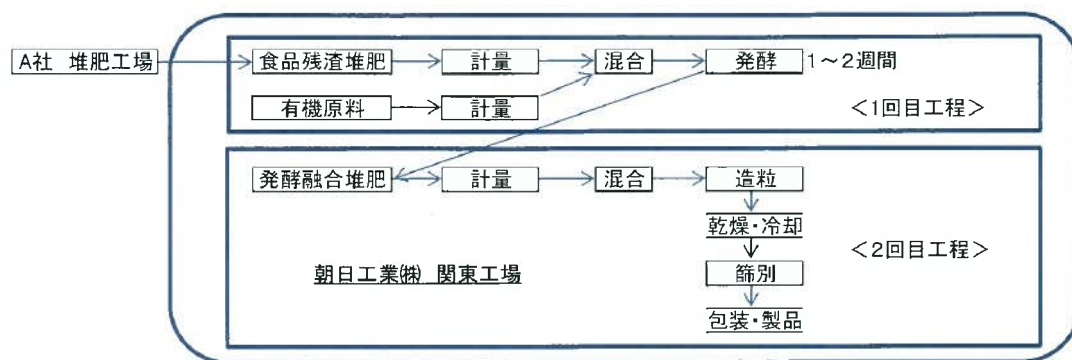


図1 食品残渣堆肥のエコペレット工程



図2 混合堆肥複合肥料「エコレット」

これまで堆肥と化成肥料を混合使用することが出来ないかについては何度も議論されてきましたが、先に述べた国内有用資源の確保という点に加え、堆肥の

肥効性について学術的研究が進み、堆肥の化学的組成(ADOM<sup>注3</sup>、ADSN<sup>注4</sup>等)から特に窒素肥効性が堆定できる様になってきたこと、堆肥を省力かつ品質的に



も安定的に循環利用したいとの観点からも堆肥と化成肥料を混合使用することの機運が高まってきたことが今回の規格改正成立の後押しとなっていると思われます。

## (2) 混合堆肥複合肥料の規格内容

### ①複合肥料か融合堆肥か

混合堆肥複合肥料の規格内容を決定するにあたり、幾度と管轄部署との協議を重ねました。先ず確認されたのが、堆肥と化成肥料の混合物について、成分を調整した堆肥として扱うのか、NPK 成分を保証する複合肥料として扱うのかについてです。当社としましては、前記の通り堆肥を油粕等と同じ、複合肥料で使用可能な有機原料として魅力を感じておりました。日本は特に NPK 原料を全て海外に依存しておりますので、国内で手当て出来る堆肥が肥料原料として利用出来れば、NPK 資源の節約、資材コスト低減に貢献出来ると思われまます。

こういった面から堆肥を NPK 成分が保証出来る複合肥料の原料と使用可能とする規格を要望させて頂きました。

#### ※堆肥への肥料成分添加について

堆肥に NPK 成分等を入れ成分を調整する所謂「成分調整堆肥」については、別途検討されているとのこと。また発酵促進として堆肥に尿素や硫安等を適量添加すること自体は現状でも認められています。

最終的に本規格は、複合肥料の一つとして名称も「混合堆肥複合肥料」として設定されました。複合肥料の一つですので、成分保証及び有害成分の規格内容は、一般の化成肥料に準じ NPK 保証成分の合計は 10%以上であり、有害成分項目も硫酸化物<sup>注5</sup>、ひ素、亜硝酸、ピウレット性窒素<sup>注6</sup>、スルファミン酸<sup>注7</sup>、カドミウム、

ニッケル、クロム、チタン、水銀、鉛について規制されています。

### ③ 使用可能な堆肥

次に「混合堆肥複合肥料」に使用出来る堆肥の内容ですが、まず種類については規格改正の試験で実際に使用された家畜ふん系堆肥と食品系生ごみ堆肥の2種類になっており、各堆肥の成分上の規格は表2の通りとなっています。

表2 堆肥の品質基準

堆肥の種類	窒素全量	NPK合計	CN比
家畜ふん系堆肥	2%以上	5%以上	15以下
食品系生ごみ堆肥	3%以上		

「堆肥の品質基準」は、「混合堆肥複合肥料」の各種規格基準の中でも最も重要なポイントとなります。当社でも申請時には表2の品質基準よりもかなり多くの要素を折込みさせて頂きました。特に品質上問題となる未熟堆肥等が使用されますと、規格自体の信用性が失われる懸念がありましたので、発芽障害性の確認、腐熟の指標としての AD 可溶性有機物、EC<sup>注8</sup>・・・等細かく提案させて頂きました。しかしながら、最終的には表2の通り、堆肥自体、各県で届出肥料として受理され生産流通している資材であることから肥料的效果に重点を置いた成分的項目が主体となり、腐熟判断的要素としてはシンプルに CN 比<sup>注9</sup>程度となっています。これは流通している堆肥を制限なく出来るだけ広く活用出来る様にしたいとの意図もあつたかに思われます。

しかしながら家畜ふん堆肥の規格基準を見ると、鶏ふん、豚ふん堆肥では比較的ハードルは低いと思えますが、牛ふん堆肥で CN 比 15 以下という基準は厳しい数値となっています。これも規格申請の際に提出した肥効試験にて使用した家畜ふ

ん堆肥の CN 比が丁度この値以下であったことと、複合肥料としての肥料的効果を優先していると見られます。

また副資材については特に規定されていませんが、上記成分を確保する必要性からあまり多く添加することは事実上出来ない内容となっています。

### ③堆肥使用割合

「混合堆肥複合肥料」の原料として使用できる堆肥の使用割合は、製品に対し乾物で 50%以下となっています。これも肥効試験で実証した肥料設計での堆肥使用割合が実際に 50%以下であったことが一つの要因となっていると見られます。また複合肥料の肥料的効果を優先する場合、堆肥が主体となると肥効性の低下が懸念される為、ある程度の使用上限が必要となりますが、この時点での実績が他にない為、暫定的であります。実証試験での使用割合を基準とすることとなっています。

### ④生産方式

前記の通り、「混合堆肥複合肥料」としての規格を満たす様に堆肥を乾物で 50%以下添加し、NPK 成分を 10%以上確保する様に原料を混合し、造粒または成形後、加熱乾燥することとなっています。

ここでの加熱乾燥の意味合いは、当時堆肥が原因と見られる作物の食中毒菌汚染が報道されるなど、堆肥の安全性が強

く問われていました。本来堆肥は発酵熱により食中毒菌等は死滅しており、安全性については問題無いはずですが、複合肥料の生産工程での加熱乾燥により 2 重の安全性を確保することとなっています。

よって、乾燥工程が必須となっていますので、事前の成形加工も必然的に必要となっています。

## 5. 粒状化方式

混合堆肥複合肥料は他の複合肥料の規格と同様に粒状化することが前提となっています。しかしながら堆肥は一般の有機原料と比較し、粒子が粗い、比重が軽い、凝集性が低いなど、造粒性は一般的に良いとは言えず、むしろ悪い部類に属します。また水分率及び保水力も高く、臭気も強い為、加熱乾燥時の環境及びエネルギー対策も課題となります。本稿の主題はどういった堆肥が混合堆肥複合肥料に適しているかについてですが、その主体は造粒加工方式にどう適しているかとも言えますので、まず混合堆肥複合肥料で想定される造粒方式とその方式に求められる原料特性について整理してみます。堆肥に対応可能な造粒方式として一般的に考えられるのは、表 3 の様な方式があります。

表 3 各造粒方式とその特長

造粒方式	造粒装置	堆肥造粒適正	粗粒子対応	加水要求量	成形品形状	機械施肥適正	朝日対応工場
押出成形	ペレット造粒機	◎	◎	小	円柱状	△	関東
圧縮成形	ブリケット造粒機	○	◎～○	中	扁平楕円球状	○	関西
アグレット造粒	朝日独自方式	○	△～○	中	球状	◎	千葉・関西
転動造粒	ドラム or 皿形	△～×	△～×	大	球状	◎	関東

各造粒方式には、その機械的特性から適応可能な堆肥物性の許容性に差があります。まず簡単に各造粒方式について説明します。

(1) 押出成形

扁平な円盤状もしくはリング状のダイス面全体に直径数 mm の穴が開いており、ここに混合した原料を回転するロール等でところてんの様に押し出すと円柱状で成形されます。出てきた円筒状の成形品をカッターでカットすることにより円柱状の製品が出来ます。

この方式は粒子の粗い原料でもロールで押し出すことにより高圧で造粒することが可能ですので、牛ふんの様な敷料が入っている原料でも、造粒対応出来る堆肥の造粒に最も適した造粒方式と言えます。唯一欠点としては、形状が円柱状である為、今農業現場で求められる省力的機械施肥対応の点では、やや不利な面があります。

(2) 圧縮成形

表面に楕円もしくは円形状の凹みのある 2 本のロールで原料を圧縮して挟み込むことにより、楕円球状の粒々のあるシートを形成し、そのシートを崩しながら粒を取り出すことにより楕円球状の粒を成形する方式です。これも繊維のある原料も圧縮可能な為堆肥等への対応力もありますが、しっかりとした粒を成形する

水分等の条件設定が課題となります。

(3) 転動造粒

原料に加水もしくは化成液を添加し、ドラムや皿型の造粒機で原料を転動させ、原料同士の反応や粘性を活用し粒にする方式です。繊維が多いと凝集しにくく、また有機系原料の場合は加水により凝集力を付与するので非常に高水分となりやすくまた造粒歩留まりが低くなるので、乾燥エネルギー及びコストが嵩み易く最も堆肥の造粒には不適な方式と言えます。

(4) アグレット造粒方式

朝日工業独自の造粒方式で、機械施肥対応可能な粒状有機を目指し開発した造粒方式です。この方式ではこれまで説明してきた各造粒方式の良い点を取り入れ最適化した方式です。朝日工業の混合堆肥複合肥料であるエコレットも主にこの方式で対応しています。

(5) 混合堆肥複合肥料の生産工程

これまで記載しました通り、混合堆肥複合肥料の粒状化には各種工程が想定され、一般的な製造フローは図 3 の様になり、通常の粒状有機複合肥料の生産工程を活用して混合堆肥複合肥料を生産することが可能となりますが、その為には、堆肥の物性を出来る限り一般の有機質肥料の物性に近づける為の管理体制が必要となります。

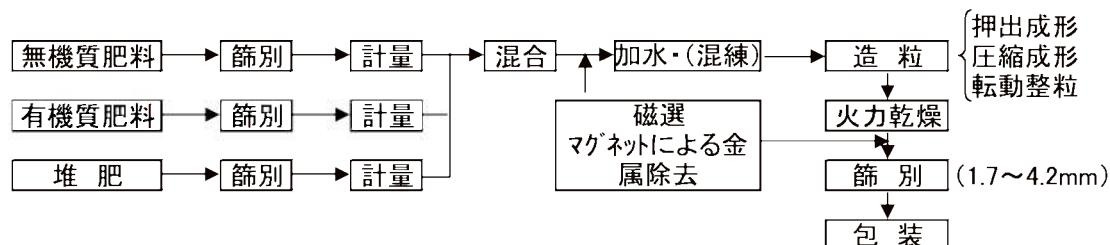


図 3 混合堆肥複合肥料の生産工程

(6) 環境対策

上記造粒方式で共通の課題となるのは

環境対策です。一般に有機原料は無機原料と比較し臭気が強く造粒加工時、特に

乾燥工程に於いて脱臭対策が必須となります。堆肥は有機原料の中でも臭気が強い部類となりますし、また保水力が高く、受け入れ時の水分も高いので乾燥負荷が高く、環境対策はより強く求められます。この為、造粒加工時には、出来るだけ乾燥負荷を低くする為、より低水分での造粒加工が望まれます。その点に於いてもペレット造粒が最適となりますが、前記の通り機械施肥特性という点では課題が残ります。また製品臭気についても肥料散布時での臭気が問題となる場合がありますので、より低減する必要がありますが、

後から対策するのは難しい為、出来るだけ早い段階で対策することが望まれます。

## 6. 各堆肥化装置とその特長

畜産農家では、堆肥化するにあたり各種堆肥化装置を導入し堆肥化を行っています。その堆肥化装置により上記造粒特性に対する物性に差異が生じますので、各堆肥化装置の特長について肥料原料としての観点から整理しますと図 4 の様になります。


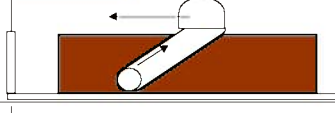
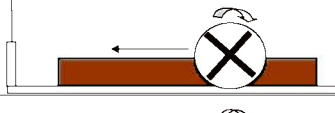
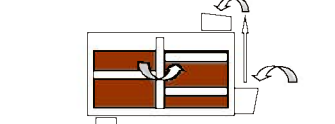
発酵方式		模式図	堆肥粒度	特徴
解閉型	堆積式		粗い、塊あり	従来型: 最もシンプルだが、攪拌作業をショベルで実行する必要があり、不均一となりやすい。下部よりエアレーションを実施する場合もある。
	スクープ式		非常に細かい	移動式のスクープにより攪拌するので、攪拌性は高い。機械メンテナンスがかかりやすい
	ロータリー式		細かい 顆粒あり	移動式のロータリーにより攪拌するので、攪拌性は良い。嵩高が低くなるので、保温性はやや不利
密閉型	密閉縦型式		細かい	設備価格は高めだが、密閉式の為、環境対策がしやすい。副資材が無くても発酵が可能であり、鶏糞、豚糞での導入が多い

図 4 各種堆肥化装置とその特徴

混合堆肥複合肥料は、冒頭に記載しました通り、NPK 成分を保証する複合肥料である為、各原料を正確に計量し、保証成分をクリアする必要があります。その為には、各計量機、ベルト、スクリーン、バケットといった各搬送工程で目詰まり、付着等せずトラブルなく流れる物性が要求されます。こういった観点から各堆肥化装置で生産される堆肥の特性は次の通りです。

### (1) 堆積式

最もシンプルな堆肥化装置ですが、混

合や攪拌等をショベルローダーで対応するしかありませんので均一性は低く、また破碎する工程がないので、塊等が多くなってしまいます。この為、この工程だけでの肥料原料としての受入は課題が多いと言えます。

### (2) スクープ式

スクープによる攪拌及び破碎が行われるので、均一性がありまた粒子が細かく破碎されている場合肥料原料としての適正は高いです。但し、水分調整材や敷料等の副資材が含まれる場合、その物性(特



に粒度及び粒の固さ等)の影響を受けますので、副資材の内容、添加割合により評価はわかれます。また本装置は機械メンテナンス等管理面で苦勞が多いと聞いております。

(3) ロータリー式

スクープ式同様、原料が攪拌棒により攪拌され均一性は高いですが、一部攪拌による粒も発生する場合があります。副資材の影響については、スクープ式に同じです。

(4) 密閉縦型式

養鶏や養豚では主流となりつつある発酵形式です。この方式の特長は、これまでの発酵装置と異なり発酵槽全体が密閉されている為、環境上問題となる臭気の強い排気をトラップして処理出来ることと、エネルギーも有効に活用しやすくなり、高温で高速な発酵が可能となります。

原料は生原料を直接上部から投入出来るので水分調整材等の副資材を必要としません。この為、家畜ふんに対しての堆肥生産量割合も少なくなるので畜産廃棄物としての発生抑制となります。肥料原料として見た場合でも副資材がないことは大きなメリットとなります。副資材は籾殻、おがくず等、水分及び肥料成分の少ない資材が使用されますので、副資材が少ないことは、家畜ふん自体の肥料成分を高めるとともに安定化させます。また粒度の粗い副資材を使用しませんので堆肥の粒度も細くなり、肥料原料として受け入れ加工しやすい物性に仕上がります。

7. 肥料原料として求められる堆肥の性状

朝日工業では、先に記載しました通り混合堆肥複合肥料を各種造粒方式で生産しておりますが、主体となっております

のが、豚ふん堆肥と鶏ふん堆肥です。次に食品生ごみ堆肥と牛ふん堆肥であり、この両者はまだ一部の銘柄でしかうまく活用出来ておりません。それぞれの各種家畜ふん堆肥には性状に特長的差異があり、各物理特性に適した造粒方式で対応しています。各畜種別に整理してみます。

(1) 豚ふん堆肥

まずは当社の混合堆肥複合肥料での主要な堆肥原料となっている豚ふん堆肥ですが、原料受入を検討する際のチェック項目は以下の通りとなっています。

＜豚ふん堆肥の品質基準＞					
1) 成分	(%)				
	TN	TP	TK	CN比	水分
最低基準	2%以上	NPKで5%以上		15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  
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無いこと

3) 堆肥生産方式  
密閉縦型方式が品質上望ましい(高成分・細かい粒度等)  
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200t/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問題が無いこと

6) 特殊肥料の届け出 届け出が完了していることが望ましい

上記基準はあくまでも目安であり、実際には現地の確認、季節変動等確認の為の一定期間のサンプル調査及びトライアルでの受入等を経た後に正式に受入を開始します。その際、運送費用を含めた原料コストも重要なポイントとなります。

豚ふん堆肥はアグレット造粒方式で活用していますが、当社独自造粒技術により機械施肥の中でも最も高い品質基準が求められる水稲側条施肥機に於いても対応しています。この高品質な粒状化を実現する為、堆肥への品質要求性は厳し目となっており、特に粒度、水分等は堆肥としてはきつめの内容となっています。この為、密閉縦型発酵方式を主体とする堆肥化装置による豚ふん堆肥でなんとか品



質基準をクリアしている状況です。この品質管理を確実なものとする為、当社工場に堆肥ヤードを設置し、さらに水分調整、熟成による臭気低減等、品質の安定化を図っています。豚ふん堆肥での密閉縦

型発酵装置に於ける原料受入工程を参考までに図示しますと下記図5の通りとなります。

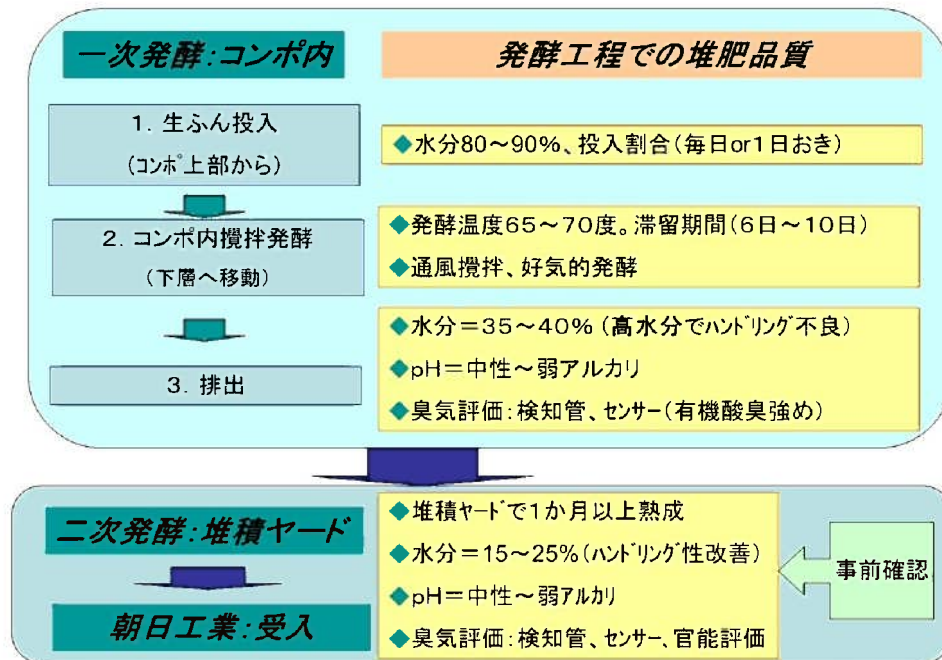


図5 豚ふん堆肥の受入工程

(2) 汚泥発酵肥料と混合汚泥複合肥料

養豚業に於いては家畜ふん尿処理の際、尿の発生が多いため固液分離を実施した後、固形分については堆肥化处理、液部分については水処理されます。その際、活性汚泥法による浄化処理がされますので、定期的に余剰汚泥が発生します。この余剰汚泥は別途処理される場合もありますが、堆肥化工程に戻されることも多々あります。この汚泥が混合されて出来た発酵物は肥料取締法上汚泥発酵肥料となり、堆肥とは別物として扱われます。

汚泥発酵肥料を利用した複合肥料としては、混合汚泥複合肥料という規格がありますが、当初この家畜ふん尿由来の汚泥発酵肥料が折り込まれていませんでした。この為、岐阜県での実証試験を経た後、

2013年4月仮登録し、2016年2月に規格化されました。混合汚泥複合肥料の場合、複合肥料に使用出来る乾物割合が40%と低くなりますが、当社では家畜ふん由来の発酵物を使用した複合肥料として流通先の方にご説明の上「エコレット」として製品化しています。本銘柄の場合、他有機原料も添加し特別栽培対応銘柄とし、地域循環型の環境保全型資材として評価頂き、順調に販売拡大しております。

ただし一部の方には汚泥と規格名称に名前が付くと安全性等に不安を持たれる場合もあるのも事実ですが、原料及び製品の安全性については十分確認しご説明させて頂き、ご納得頂ける様努力している次第です。

### (3) 鶏ふん堆肥

鶏ふんは、先に記載した通り、加工家きんふん肥料として、単体で普通肥料化が可能となっていますが、単肥で流通するだけであれば、堆肥の届け出だけで十分です。また混合堆肥複合肥料の規格が出来、普通肥料対応上の管理も大変なので特殊肥料のままが良いとの話を良く聞く様になりました。ただし肥料メーカーから見ると普通肥料である方が、肥料原料的に見て使用上の制約がありませんのでより使いやすいと言えます。

品質的な基準は豚ふん堆肥と同様です。鶏ふんでは豚ふん同様、密封縦型堆肥化装置の導入がかなり進んでおり、成分や粒度的に有利になります。鶏ふんの場合、注意が必要なのは、採卵系の場合、餌由来の石灰がふん尿中にも多く含まれるので、pHが高くなり発酵時の窒素のロスが多くなりやすく臭気も強くなります。ただしこれも高温高速発酵であればアンモニアのロスも減り、また複合肥料ベースでは酸原料の添加による中和処理によりアンモニアの揮発ロス、臭気もトラップが可能となりますので、水分の低減等十分な原料管理が出来ていれば問題はありません。

### (4) 牛ふん堆肥

牛ふん堆肥は、家畜ふん堆肥の代表でもあります。混合堆肥複合肥料としての利用は一番遅れている状況となっています。理由としては牛ふんの場合、畜舎で敷料が混入しています。通常敷料には稲わら等、繊維性の高い有機物が使用されますので、原料粒度が粗くなってしまいます。また水分条件についても、繊維質の多い高 CN 比原料を使用するので分解時間も長くしっかりと発酵する必要性から堆肥水分も高めに仕上がります。

これらの特性から当社でも混合堆肥複合肥料で牛ふん堆肥が使用出来ている造

粒工程としては押出成形であるペレット造粒と圧縮成形であるブリケット造粒のみで、主要となっているアグレット造粒方式では現状製品化されていません。また造粒が可能であっても粒度が粗すぎると造粒機の通過性、造粒歩留まりや生産性が悪化するだけでなく、工程内の各搬送工程での目詰まり等発生し易い等課題の多い原料となっています。

#### (成分的特長)

成分的には、他の堆肥原料と違い乾物で N 及び P 成分は 2～3% 程度、K については 3～5% 程度期待出来ます。牛ふん堆肥に於いても堆肥生産量の抑制から発酵時の水分調整材の使用抑制と返送堆肥の活用等あり、以前の牛ふん堆肥より成分が高まっている傾向が見られ、特に他堆肥と違い加里の比率が高いのが特長であり、複合肥料で使用する場合、成分的な使い分けが可能となります。

#### (土づくり効果)

牛ふん堆肥は、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥と比較し、肥料的効果は低いとされていますが、逆に炭素割合は高く土づくり効果は一番期待されます。混合堆肥複合肥料の場合、肥料的効果は混合する無機原料で十分カバーすることが可能ですので、肥料と土づくり効果の両方について期待される本品目の特性を発揮する堆肥原料として期待が高まっており、各種研究がスタートしています。

## 8. 混合堆肥複合肥料の効果と課題

これまで、混合堆肥複合肥料の規格化の内容、生産方式及び適合する堆肥原料の性状について記載させて頂きました。最後に混合堆肥複合肥料についてどのような効果が確認されているかと今後の課題として何が残っているかについて述べたいと思います。

### (1) 肥料的効果

既に混合堆肥複合肥料は、一般に流通していますが、現在も全農の委託試験、各県の受託試験や共同研究等での試験等、さまざまな形で肥効試験を継続実施しています。対照肥料としては一般の無機複合肥料もしくは有機複合肥料が使用され、また作物も米麦、園芸野菜、果樹等さまざまな品目で実施されておりますが、慣行の施肥体系と遜色無いとの評価を頂いております。

### (2) コスト

価格的には、同じ様な有機割合の有機複合肥料と比較しますと、有機原料の価格差により製品ベースで 2～3 割程度のコスト低減に貢献しています。現在は無機肥料が低下傾向の為、無機の複合肥料と同等までとはいっておりませんが、堆肥原料は十分に肥料成分が高く、成分あたりの価格評価では、無機肥料並となっております。中期的には原料価格高騰は避けられないと思われまますので、価格優位性は今後益々高まることが期待されます。

### (3) 省力性

粒状化による機械施肥に対応していますので、省力施肥に対応します。また肥料を撒くだけで有機物を一定量還元することが可能となっております。

この点、堆肥を投入したくても労力の点から施用出来ない、傾斜地等立地条件から堆肥施用が困難な場合などでも対応可能となります。

### (4) 有機（堆肥）効果

混合堆肥複合肥料は複合肥料と堆肥が混合された肥料ですので、肥料的な効果だけでなく堆肥としての効果が期待されます。しかしながら冒頭でも記載させて頂いた通り、堆肥を肥料として評価するのが原点ですので、これまでも各種試験はまず肥料的評価が優先的に実施されて

した。ですが堆肥の本来期待される効果についてもどの程度あるのか現在各種研究機関で検証されているところですが、現状の進捗は以下の通りです。

#### ①化学性

- i 養分供給能は肥効試験の通り十分あります。
- ii 緩衝能については、無機肥料に比較し、pH、EC 等の変動が少ない等の事例が見いだされています。まだ検証例が少ないので今後データの蓄積を進めたいと考えています。

#### ②生物性

分解性のある有機物を施用するので、これを分解する微生物が繁殖します。これにつきましても全農委託試験の中で混合堆肥複合肥料を施用することにより微生物多様性が高まることが確認されています。今後さらに検証出来ればと考えております。

#### ③物理性

物理性の改善は堆肥施用で期待される最も重要な項目ですが、混合堆肥複合肥料では 1 回あたりの施用量が園芸向けで一般的には 200kg/10a 程度となります。堆肥複合肥料中の堆肥割合は乾物で 50% 以下となりますので 1 回あたりの堆肥投入量は乾物で 100kg/10a 程度であり、堆肥の一般的水分率を 50% 程度とすると倍量の 200kg/10a 程度となり、堆肥の一般的施用量よりかなり少なくなってしまう。

これについては連用等により投入量を確保出来ないか、また堆肥の種類についても牛ふん堆肥でより効果を発揮出来ると見込み、現在共同研究等の中で検証を進めているところです。

#### ④ 発酵効果

堆肥原料のもう一つの魅力が発酵された有機原料であることです。通常の有機原料は発酵されないまま複合肥料の原料



となります。その結果、土壌に施用された後に微生物に分解され作物に利用されませんが、その分解産物により作物の発芽障害やガス障害、またタネバエ等の害虫誘因の原因になったりしています。堆肥の場合、こういった原因となる初期分解産物が発酵により既に分解されておりますので、極めて安全性の高い有機原料であると言えます。こういった事例についてもさらに集積したいと考えております。

## 9. 最後に

混合堆肥複合肥料は、これまで記載してきました通り、国内で発生する有用な資源である堆肥を肥料原料として活用することが可能となる新しい肥料です。こ

れまで基本となる肥料効果につきましては既に十分検証されてきていますが、本期待される土づくり効果につきましてはこれから検証が始められる状況となっております。また発酵有機原料として、当初予想していた以上の二次的効果についても確認され始めております。

これらの成果は各試験研究機関で評価して頂いたおかげであり、この場を借りて改めて感謝申し上げます。

堆肥複合肥料の製品化につきましては、堆肥の利用上、品質、設備、また法的に於いてもいくつか制約があるのが現状かと思えます。引き続き皆様のご指導の下、さらなる改善による堆肥の利用拡大を図ればと思っておりますので、今後ともよろしくお願い申し上げます。

### 注：用語解説 (掲載ページ)

#### 1. NPK (p.1 左)

窒素、リン酸、カリ (加里)。肥料の主要三要素。

#### 2. TBT (p.3 右)

貿易の技術的障害に関する協定。国内規格による不必要な国際貿易上の障害を排除し、公正で円滑な国際貿易を実現すること。

#### 3. ADOM (p.3 右)

酸性デタージェント可溶性有機物。堆肥中の分解しやすい有機物と関係がある。

#### 4. ADSN (p.3 右)

酸性デタージェント可溶性窒素。堆肥の窒素肥効と関係がある。

#### 5. 硫青酸化物 (p.4 左)

チオシアン酸化合物。作物に有害であるために普通肥料の公定規格で許容最大量が定められている。石炭ガスから副生される硫安に含まれる

ことがある。

#### 6. ビウレット性窒素 (p.4 左)

作物に有害であるために普通肥料の公定規格で許容最大量が定められている。尿素の製造過程で生成することがある。

#### 7. スルファミン酸 (p.4 左)

作物に有害であるために普通肥料の公定規格で許容最大量が定められている。産業廃液で製造した硫安に含まれることがある。

#### 8. EC (p.4 右)

電気伝導度。電気伝導率。導電率。堆肥の塩類濃度が高くなると EC が高くなる。

#### 9. CN 比 (p.4 右)

シーエヌ比。炭素窒素比。堆肥の品質表示項目のひとつで、腐熟度の目安となる。

(編集担当)