

豚ふん堆肥を原料とした複合肥料の開発

岐阜県農業技術センター

棚橋 寿彦

1. はじめに

岐阜県における養豚業の現状は全国的な傾向と同様に推移しており、戸数が減少しつつも総頭数は維持している現状となっている。すなわち 1 戸あたり飼養頭数が増加する傾向である。平成 18 年には戸数 80 戸、飼養頭数 102 千頭、1 戸当たり 1,276 頭であったのが、平成 28 年には戸数 40 戸、飼養頭数 105 千頭、1 戸当たり 2,628 頭となっており 10 年で戸数は半減し、1 戸あたり飼養頭数は 2 倍になっている。ちなみに本県の 1 戸あたりの飼養頭数は全国 9 位となっている¹⁾。

個々の農場で増頭することにより、1 か所での堆肥の発生量は多くなってくる。さらに、豚ふんの堆肥化方式はかつての副資材を用いて長期間発酵したものから、副資材を用いずに短期で仕上げる密閉縦型発酵方式に変わってきている。密閉縦型発酵方式では副資材を用いないため、養豚農家としては出来上がる堆肥は少なくなる。しかし、堆肥は乾燥傾向にあること、臭気が不快であること、散布時に粉じんが舞うことなどから耕種農家では使いにくいものとなっている。このような堆肥の発生状況から近隣に良質な牛ふん堆肥が生産される地域にあっては利用が進みにくい現状がある。

一方、肥料の現状を見てみると、平成 20 年に肥料費の高騰に見舞われ、大きな転換点となった。肥料の生産から販売、使用、指導などに携わる者にとってこれまでの考え方を改める大きな出来事であった。

肥料費を抑え、適正な施肥を推進する機会となるとともに、輸入に頼った我が国の不安定な肥料供給体制が危惧され、地域の未利用資源の活用を考える機会となった。その中で家畜ふん堆肥の活用は対策の筆頭に挙げられてきた。

しかしながら、堆肥には有効な肥料成分が含まれているものの、肥料的な利用を考えた場合には有効な窒素に比べてリン酸やカリが多く含まれており成分がアンバランスであること、散布の作業性の面でも粉状～塊状であることから一概に肥料的利用といっても課題があるのも実態であった。これらを改善するため、成分バランスを調整したくとも法律上は特殊肥料である家畜ふん堆肥と普通肥料は混合することができなかった。

そのような中、堆肥と普通肥料を混合造粒する肥料規格「混合堆肥複合肥料」が平成 24 年に設定された。堆肥を肥料原料として活用することが可能であれば、堆肥が滞留傾向にある畜産農家とすれば出荷先が確保でき、肥料メーカーとしては安価な原料として活用が可能となり、さらにその製品が安価であれば利用する耕種農家にとってもメリットが生じ、今までにはない形態での堆肥利用がすすむこととなる。

そこでこれを契機として豚ふん堆肥と普通肥料を混合した肥料を朝日工業(株)、JA 全農岐阜、岐阜県畜産研究所とともに商品化してきた。ここでは本製品の開発の経緯と、水稲での実用性の評価などを

実施してきたのでその事例を紹介する。

たといえる。

2. 開発の経緯

(1) 原料の特徴

①リン資源としての豚ふん堆肥

開発にあたり肥料資源として最も高価であり、100%輸入に依存しているリン酸に着目し、肥料価格を低減することを狙った。そのために、リン酸を豊富に含む豚ふん堆肥を原料に選定した。本県の養豚業で堆肥化の主流となりつつある密閉縦型発酵装置により製造された堆肥は、副資材を使用しないためこれによる肥料成分の希釈がない。このため成分含量の高いものが製造されている (図 1)。

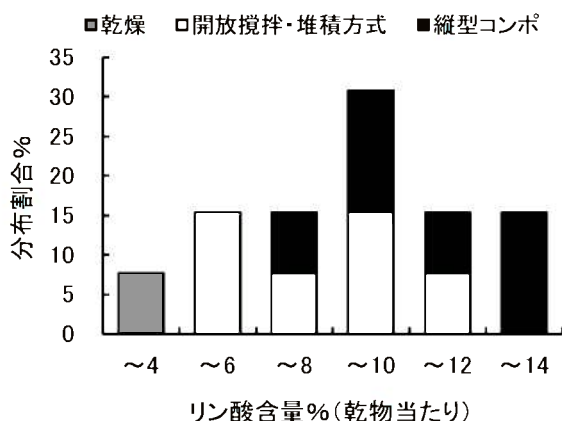


図 1 豚ふん堆肥のリン酸含量 (岐阜県)
(H22、n=13)

特に今回は本県で生産されるものの中でもリン酸含量が高めである、乾物当たり約 10%含む堆肥を原料に選定している。全国的な堆肥の成分調査である堆肥の品質実態調査報告書²⁾では豚ふん堆肥のリン酸含量 (乾物) の平均値は 5.6%、山口ら³⁾の調査でも同様に 5.8%である。山口らの調査での豚ふん堆肥のリン酸含量の分布割合は図 2 のとおりであり、全国的

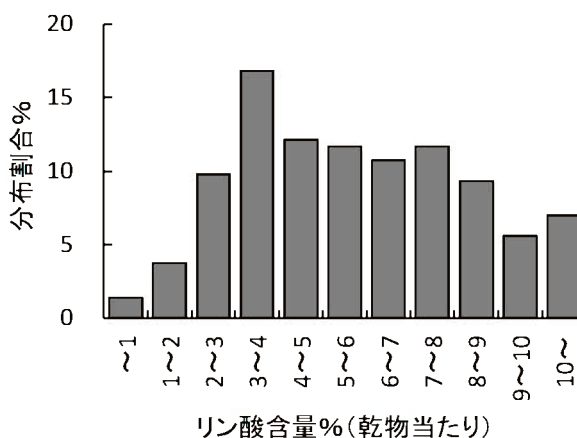


図 2 豚ふん堆肥のリン酸含量 (全国)
(山口ら³⁾より作図)

②密閉縦型発酵方式によるリン酸の濃縮

さらに今回原料に選定した堆肥は密閉縦型発酵方式の中でもリン酸含量は高めである。このリン酸含量が高くなった理由には、発酵が進み、易分解性有機部物が分解されたことが挙げられる。窒素肥効評価マニュアル⁴⁾では、密閉縦型発酵方式で生産された豚ふん堆肥の酸性デタージェント可溶有機物含量 (ADOM: 易分解性有機物含量の指標) の実態を示しているが、85%が 350mg/g 以上である。選定した堆肥の ADOM は 329mg/g であり⁵⁾この発酵方式の中では易分解性有機部物の分解が進んだものであった。

一方、ほぼ同一のエサで飼養されている他養豚場の堆肥では ADOM が 400mg/g の場合にはリン酸含量が 6.2%であった。すなわち、このリン酸含量の高い要因は堆肥化による有機物分解と揮散により、リン酸などは濃縮されているためと考えられる。このように、十分な発酵を行うことはリン酸源としての利用を狙った場合にも成分が高まり利用価値を高めることに繋がってくる。

③成分のアンバランスと安定性

この堆肥については22ヶ月にわたり成分等の調査を行なっている⁵⁾(表1)。成分のバランスは、窒素は4%含まれているものの、作物生育に有効な窒素は約1%であり、カリも4%でいずれの成分もリン酸含有量に比べて低く、主要な3成分を含む肥料としてみた場合は成分のアンバランスさが顕著であった。

表1 原料に選定した堆肥の成分変動⁵⁾より作表

水分 (%)	37.2 ± 2.3
pH	8.8 ± 0.2
EC(mS/cm)	5.5 ± 0.8
C/N	7.9 ± 0.3
窒素 (%)	4.06 ± 0.15
有効窒素(%)	1.05 ± 0.10
リン酸(%)	10.5 ± 0.5
カリ (%)	4.09 ± 0.19
石灰 (%)	9.81 ± 0.59
苦土 (%)	3.23 ± 0.16
粗灰分(%)	38.6 ± 1.8
ADOM(mg/g)	329 ± 22
Cu (mg/kg)	522 ± 33
Zn (mg/kg)	1,040 ± 57

水分、pH(1:10)、EC(1:10)は現物当たり、
他は乾物当たり
有効窒素は速効性+緩効性窒素(中央農研⁴⁾)
平均値±標準偏差 H21~23 毎月調査 n=22

注目すべき点は水分、肥料成分、ADOMなど全ての項目で変動が少なく非常に安定した堆肥が生産されていたことである。肥料原料として利用するという事は最終の製品として成分量を保証することとなる。このため、成分が安定していることは非常に大切であり、原料である堆肥の供給にあたっては、常に一定の条件での堆肥化を心がけ成分の安定化に努めることが重要である。

(2) 製品化のコンセプト

①水稲での利用

本製品は県内に向けて初めて開発する製品であることから、広範囲に需要が見

込める水稲での利用を想定した製品とした。本県では環境に優しい農業を推進するため独自の認証制度「ぎふクリーン農業」を展開しており、化学肥料窒素を30%削減した栽培が県下の水稲作付の約3割を占めている。さらに、50%削減した体系(特別栽培農産物とほぼ同じ)も約1割を占めており、減化学肥料栽培への取り組みが盛んである。そこで、堆肥という有機物を用いることもあり、これらへの利用を想定し開発する肥料は窒素のうち半分を有機質原料由来とした。

②V型の成分と粒状化

また、本県の水田土壌では可給態リン酸が十分な地域が多いものの、加里は減肥できる含量ではない(JA全農岐阜調べ)。このため、窒素-リン酸-加里の成分比はリン酸を抑えたV型の成分の肥料とした。

最終的には堆肥を原料に約40%(混合時)使用し、水稲での施肥は側条施肥が主流であるため、これに対応可能な朝日工業(株)のアグレットシリーズで実績のある円形の粒状品とした(表2、写真1)。

表2 開発した肥料の主な特徴

- ・商品名「エコレット048」
- ・豚ふん堆肥を約40%使用(原料混合時)
- ・成分 10-4-8%(窒素-リン酸-加里)
- ・窒素の50%は有機質由来
- ・主に水稲での利用を想定
- ・円形のため側条施肥田植機に対応する



写真1 開発した肥料

3. 肥料公定規格上の取り扱い

(1) 汚泥発酵肥料と堆肥

養豚場では尿処理のため必ず浄化槽が設置されている。そこで発生する汚泥の回収のため多くの場合に凝集剤が使用されている。この汚泥の行き先として豚ふんと混合され堆肥化されるケースがほとんどであり、できあがった堆肥は肥料取締法では特殊肥料の堆肥ではなく、普通肥料の汚泥発酵肥料に区分される。

残念ながら汚泥発酵肥料の区分となると、肥料原料としての活用にはいろいろと制限がある。また、肥料登録自体が複雑となり豚ふん堆肥では登録が進みにくい現状もある。この点については、関係者が一体となって、汚泥を堆肥に混合しない処理方法を検討していく必要がある。

(2) 混合汚泥複合肥料

今回、原料とした堆肥も汚泥発酵肥料であるため「混合堆肥複合肥料」の規格には適合しなかった。そこで「混合堆肥複合肥料」の規格設定と同時に「混合汚泥複合肥料」での汚泥発酵肥料の使用上限を2割から4割に変更する改正が行われたため、「混合汚泥複合肥料」での製品化を進めることとした。

しかしながらこの規格で使用可能な汚泥発酵肥料はし尿処理場由来のものに限られることが開発途中で判明した。そこで、将来的な規格改正を前提とする「仮登録」を申し入れ平成 25 年 4 月に認められ流通販売が可能となり、平成 28 年 2 月に規格改正され本登録となった。

4. 利用方法と効果

(1) 窒素肥効

水稲作での施用時に窒素の効きがどうなるかを知るため、水田を再現した湛水状態での無機態窒素(アンモニア態)の生成量を調べている(図3)。開発肥料、既

存の有機質由来窒素 50%の肥料、有機質肥料の 30°C培養での無機態窒素率は全ての肥料で 98 日目に 75~80%程度であり大きな差はなかった⁶⁾。原料堆肥のみの培養 98 日後の無機態窒素率は 29%であるため⁷⁾、試作肥料の無機態窒素率が低くなることが懸念されたが原料堆肥からの窒素は 10%のうち 1.2%程度であるため無機態窒素率に特に影響は見られなかった。

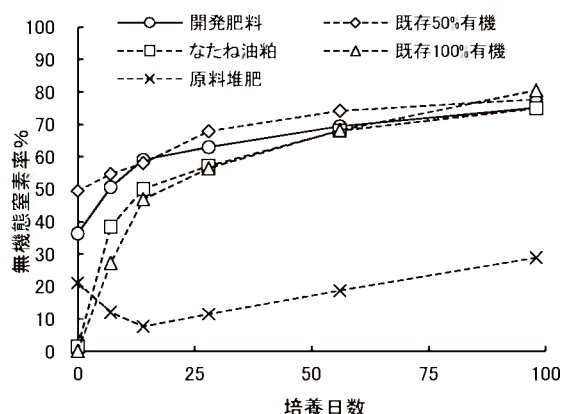


図3 培養での無機態窒素割合の推移 (30°C湛水培養)^{6,7)}

(2) 有機質肥料との違い

一方、初期の無機態窒素は有機質肥料と開発肥料で違いがみられた。スタート時の無機態には尿素を含めていないので試作肥料では 36%であったが、尿素がすぐに無機化するため1週間には既存 50%有機態と同等になった。しかし、なたね油粕や既存 100%有機態では無機態をほぼ含んでいないため14日目までの無機態窒素率は開発肥料や既存 50%有機態に比較して低くなった。

(3) 無機態窒素生成に対する温度の影響

開発肥料の 10°C, 20°C, 30°Cでの培養では、どの温度も 7 日目に無機態率がほぼ 50%に達していた。(図4)。100%有機質の肥料では地温により大きく窒素肥効

への影響を受けることが容易に推察でき、開発肥料では合計 5 割のアンモニア態と尿素態窒素を含むため初期の肥効発現への温度の影響は少ないといえる。

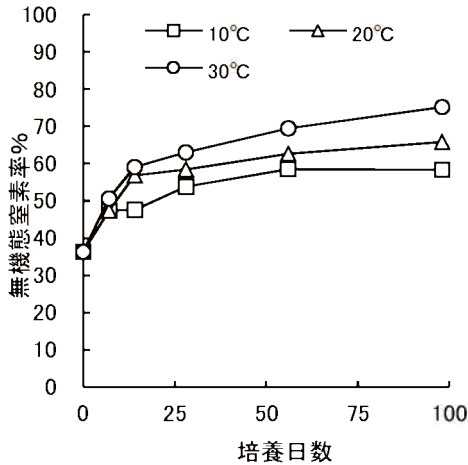


図 4 無機態窒素割合の推移 (3 温度) 6)

このため、開発肥料では無機態窒素供給が温度に関わらず初期から 5 割以上確保されることから、初期が低温であっても肥効不足の懸念が少なく、長期的には既存の有機質由来窒素 50%の肥料や 100%有機質肥料と同等に 8 割程度の肥効が期待できる。

(4) 利用時の収量

複数年次にわたり、開発肥料を用いた栽培試験を行っている。基肥に開発肥料を利用した場合には生育・収量は側条施肥栽培や全層施肥栽培のいずれも慣行の化学肥料栽培と同等の結果が得られている。また、基肥と穂肥両方で開発肥料を利用した場合には慣行の化学肥料栽培より 1 割程度減収する場合がみられるが、既存の有機態窒素 50%の肥料とは同等の結果が得られている 6) (図 5)。

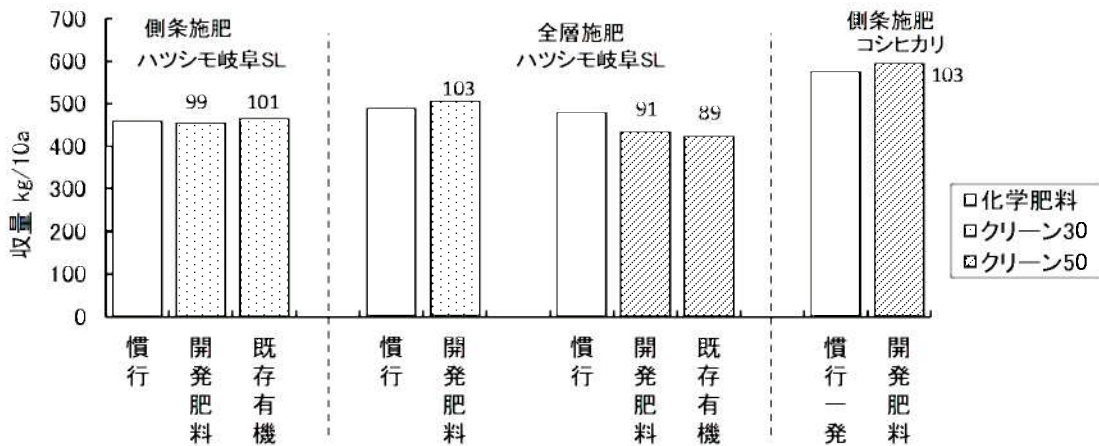


図 5 開発肥料を用いた水稲栽培での収量 6)より作図

クリーン 30：ぎふクリーン農業 30%減区分に適合、基肥に開発肥料を施用
 クリーン 50：ぎふクリーン農業 50%減区分、特別栽培農産物に適合、基肥と穂肥に開発肥料を施用
 既存有機は有機由来窒素割合 50%の既存肥料を開発肥料と同様に使用
 棒グラフ上の数値は慣行区を 100 とした場合の収量指数

このことから、開発した肥料を基肥のみに使い、穂肥を化学肥料とすることで「ぎふクリーン農業」30%減に適合した栽培ができ、基肥にも穂肥にも用いるこ

とで「ぎふクリーン農業」50%減や「特別栽培農産物」に適合した栽培ができる肥料として普及を図っている。

5. 終わりに

本肥料を利用することで減化学肥料栽培ができ、なおかつ堆肥を原料とすることから従来品に比べて安価であることをPRしながら現地での利用が進められている。この点に加えて、従来の有機肥料より窒素成分が高いため施用量が少なくなることも評価され、H28年度の作付けより県内の一部地域で本格導入となり約100tの利用があった。他地域での検討もなされており、今後の更なる利用拡大に期待しているところである。

この取り組みで密閉縦型発酵方式の堆肥の欠点である、粉状であり水分が低く飛散しやすいという点が、逆に粉砕や造粒を行う肥料の原料として見た場合は扱いやすいという長所となることも新たな発見であった。また、この発酵方式の堆肥には非常に肥料成分含量が高いものがあることから、様々な用途での肥料原料としての利用が想定される。

しかし、現在の肥料規格では堆肥が原料として4~5割までと上限が定められており、もっと自由に普通肥料と混合できることが望ましいと考えている。今後はこのようなことができる肥料規格の設定や製品の開発を検討していきたいと考えている。

引用文献

- 1) 農林水産省 2016. 畜産統計調査
- 2) (財)畜産環境整備機構 2005. 堆肥の品質実態調査報告書,16
- 3) 山口武則・原田靖生・築城幹典 2000. 家畜ふん堆肥の製造・利用の現状とその成分的特徴, 農業研究センター研究資料, 41,14-17
- 4) 実用技術開発事業 18053 マニュアル編集委員会 2010. 家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効評価マニュアル. (独)農研機構中央農業総合研究センター, 153-170.
- 5) 加藤誠二・棚橋寿彦 2014. 密閉縦型発酵装置による豚ふんの堆肥化時におけるアンモニア回収. 岐阜県畜産研究所研究報告,14,7-18.
- 6) 棚橋寿彦・和田 巽・加藤誠二・山田 隆史・浅野智孝・見城貴志・田中誠二・北嶋敏和 2016. 豚ふん堆肥の成分と散布性を改善した成型肥料の開発;第2報:新肥料規格による粒状肥料の開発と利用, 岐阜県農業技術センター研究報告,16,26-36.
- 7) 棚橋寿彦・加藤誠二・小柳 渉・菊井裕人・和田 巽 2016. 豚ふん堆肥の成分と散布性を改善した成型肥料の開発;第1報:揮散するアンモニア態窒素を還元したペレット化堆肥の特性と利用, 岐阜県農業技術センター研究報告,16,15-25.