

牛ふん堆肥を主原料とした全量基肥用の混合堆肥複合肥料の開発

岡山県農林水産総合センター

農業研究所環境研究室 森次 真一

1. はじめに

2012 年の肥料取締法の改正による公定規格「混合堆肥複合肥料」の新設によって、家畜ふん堆肥と化学肥料等を混合した肥料の製造が可能になり、堆肥の利用拡大だけでなく農作物生産における環境保全型農業の推進や肥料コスト低減対策において新たな展開が期待されている。

言うまでもなく、堆肥には、農作物が健全に生育するための基盤である土壌を良好に保つ様々な効果がある。しかし、集約的な園芸作物の生産現場では、家畜ふん堆肥の過剰施用により土壌中の肥料養分の過剰蓄積が頻繁にみられる。一方、土地利用型作物生産では散布労力の不足から堆肥施用量が減少し、地力の低下が懸念されるなど、生産現場では家畜ふん堆肥の利用促進に向けた課題が散見される。

「混合堆肥複合肥料」は、家畜ふん堆肥のメリットを活かしながら、散布性や肥料成分の偏り等の欠点を改善した肥料として期待され、これまでに数社の肥料メーカーから市販されている。当センターでは、さらなる家畜ふん堆肥の利用促進や作物生産現場のニーズに応じた肥料の開発を目的として、混合堆肥複合肥料の窒素肥効や製造条件等の基礎研究に取り組み、2015 年度からは農水省の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」において、土づくりと施肥作業の省力化が図れる全量基肥用の混合堆肥複合肥料の開発を試みており、途中経過を含めてこれまでの取り組みを紹介する。

2. 混合堆肥複合肥料の設計に係る基礎的知見の収集

(1) 混合堆肥複合肥料の試作と用途別原料設計の目安

混合堆肥複合肥料の原料設計（使用する原料の種類やその混合割合）について基礎的な知見を得ることを目的として、牛ふん主体の畜種混合堆肥または鶏ふん堆肥を主原料にした混合堆肥複合肥料を試作し、造粒歩留まりや固結・膨化の有無、肥料成分等を調査した。試作にあたっては、耕種農家のニーズに合うように、原料にする有機質肥料の混合割合の違いや緩効性窒素肥料の有無等により 5 タイプ（有機化成型 I 及び II、特別栽培型、緩効型、有機物補給型）に分類し、原料設計を行った。試作は、ローラー・ディスクダイ方式の小規模造粒成型機を用いて、3mm または 5mm 径のペレット肥料を製造した。造粒後は、通風乾燥機（90℃）で加熱乾燥した。なお、堆肥の混合割合は、乾物重量で公定規格の上限の 5 割とした。

その結果、有機化成型 I、II（全窒素含量に占める有機物由来窒素含量の割合が

50%未満)は、窒素原料として安価な尿素を混合する場合、尿素の混合割合を乾物重量割合で10%程度以上にするとペレットに固結や膨化がみられたが、尿素の混合割合を5%とし、硫安や菜種油粕を併用した場合には実用上問題となるような固結や膨化はみられなかった。また、三要素の成分バランスは、水平型、谷型(低P)、下がり型(低PK)の製造が可能であった。

特別栽培型(全窒素含量に占める有機物由来窒素含量の割合が50%以上)では、原料として菜種油粕やひまし油粕を混合した場合、ペレット成型に問題はみられなかった。

緩効型(窒素原料としてIB窒素、スーパーIB等を混合)については、IB窒素は乾物重量割合で50%まで混合しても固結や膨化はみられなかったが、割合が高まるにつれて造粒歩留が低下した。スーパーIBは、本来はIB窒素よりも緩効的な窒素肥効を示すが、後述するようにIB窒素と大きな差がみられなかったことから、造粒時にスーパーIBの肥料粒が崩壊する可能性が考えられた。

有機物補給型では、土づくりを主目的としており、硫マグやFTEの混合が可能であった。土づくりのためには多量施用が必要となるため、NPKともに低成分が望ましいが、公定規格上3成分の合計量が10%以上になる必要があるため、含有する窒素成分は4~5%程度が望ましいと考えられた。

以上の試作結果等を基にして、用途別の肥料設計の目安や留意点について表1に整理した。

表1 用途別の肥料設計の目安

用途区分	全窒素含量に占める有機物由来窒素の割合(%)	主な窒素原料	出来上がり肥料の窒素成分(目安)	ニーズに応じた対応
有機化成I型	~20%	尿素、硫安等	7~11%	・三要素バランスの調整(水平型・谷型・下がり型) ・肥料コスト低減のための安価な原料(ひまし油粕、鶏ふん燃焼灰)を使用
II型	20~50%	尿素、硫安等 有機質肥料	6~10%	
特別栽培型	50%以上	有機質肥料	5~8%	・土壌に不足気味の苦土(硫マグ等)、微量元素(FTE等)の混合 ・有機物補給型は牛ふん主体の堆肥を使用
緩効型	—	IB窒素等	8~17%	
有機物補給型	—	尿素、硫安等 有機質肥料	4~5%	

(留意事項)

- ①尿素の混合割合が高まると乾燥後に「肥料の膨化」、「表面の亀裂」が発生しやすい。
尿素の混合割合の上限は、混合する化学肥料が尿素のみの場合は乾物重量割合10%、尿素以外にも化学肥料を混合する場合は5%である。
- ②硫安混合時はアンモニア揮散防止のため、肥料pHに注意する。
鶏ふん燃焼灰等のアルカリ性肥料を同時に混合する場合は、過石等で中和する。
- ③IB窒素を混合すると製造歩留まりが低下しやすい。
- ④ペレット製造はローラー・ディスクダイ方式

(2) 混合堆肥複合肥料の窒素肥効

前項で試作した肥料を供試して、瓶培養法により混合堆肥複合肥料の窒素無機化特性を調査した。つまり、培養瓶に土壌と試作したペレット状の混合堆肥複合肥料を混合して、畑条件（10℃、30℃）及び湛水条件（15℃、30℃）下で温度別に一定期間培養し、肥料の窒素無機化率を測定した。さらに、温度別の窒素無機化率を基にして反応速度論的解析により窒素無機化特性値を算出し、岡山市の畑及び水田の地温を用いて窒素無機化パターンを推定した。

その結果、畑条件下における窒素無機化パターンは、混合する窒素原料やその混合割合によって異なり（図1）、4月施用を想定した場合、約1週間～約2か月間程度の肥効を調節した原料設計が可能と考えられた。最大無機化率は、有機物由来窒素の混合割合の増加にともない低下した。無機化速度は、IB窒素を混合した緩効型及び有機物補給型で他よりも緩やかであった。緩効型では、スーパーIB粒を混合した肥料は、IB窒素を混合した場合と同様の無機化特性を示したことから、ペレット造粒時にスーパーIBの肥料粒が崩壊した可能性が示唆され、粒径の大きい緩効性窒素肥料を混合する場合は本来の窒素肥効が発現しない可能性が懸念された（データ省略）。また、湛水条件下では、水稻の基肥利用を想定した場合、約1～6週間程度の肥効を調節した混合堆肥複合肥料の設計が可能と考えられた（データ省略）。

以上の結果から、混合堆肥複合肥料は、混合する原料によって様々な窒素肥効を示すことが明らかとなり、窒素肥効を調節した混合堆肥複合肥料が製造できる可能性が示唆された。

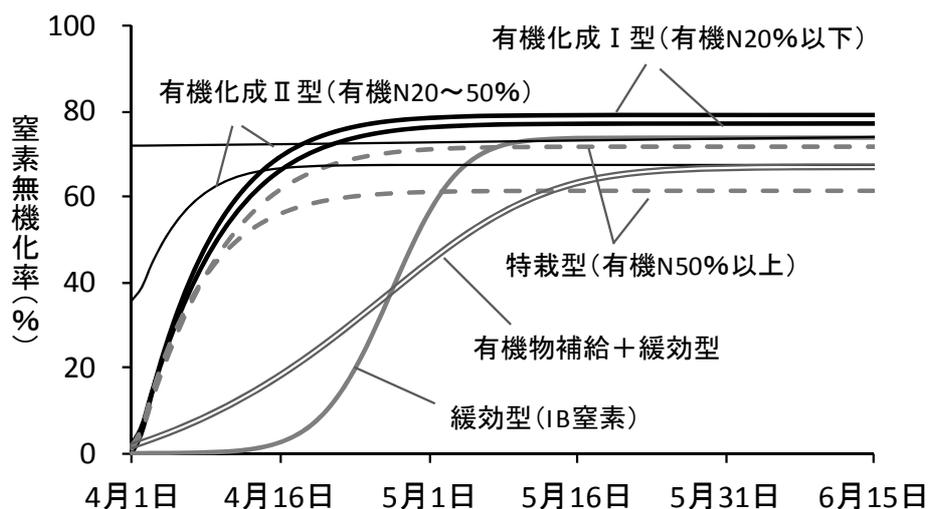


図1 畑条件下での混合堆肥複合肥料の窒素無機化パターン

※岡山市で4月1日に施肥した場合

3. 夏まきキャベツ栽培向けの全量基肥用混合堆肥複合肥料の開発に向けた取り組み

(1) 混合堆肥複合肥料の設計と試作

岡山県南部のキャベツ産地では、散布労力の不足により、堆肥が施用されていない圃場が多く、地力の低下が危惧されてきた。近年の土壌調査結果から、可給態リン酸が過剰である一方で、交換性苦土、ホウ素が不足している実態が明らかとなり、施肥改善が必要である。また、夏まき作型の施肥体系では9月中旬が追肥時期となるが、台風や秋雨の影響で適期に追肥作業が実施できない場合があり、安定して養分を供給するためには緩効性窒素肥料の基肥利用が考えられ、これによって追肥作業の省力化も図ることができる。

そこで、2015年度から、有機物補給効果の大きい牛ふん堆肥を主原料とした全量基肥用の混合堆肥複合肥料の開発に取り組んだ。原料堆肥は、牛ふん主体の畜種混合堆肥（牛ふん 50%+鶏ふん 25%+豚ふん尿 25%、副資材は戻し堆肥。1次発酵 [10日] →2次発酵 [30日] →3次発酵 [約 120-150日]。水分 32%、TN2.6 乾物%、C/N14。4mm>に篩別）を乾物で約5割混合して、5mm径のペレット状の混合堆肥複合肥料を試作した。堆肥の他には、窒素質肥料として尿素と緩効性肥料、土壌中に不足気味な苦土、ホウ素肥料等を原料として混合した。なお、耕種農家の散布労力の面から施用量を 250kg/10a と想定し、慣行の窒素施肥量から逆算し、窒素含量が 10% となるように設計した。また、生産現場では土壌中のリン酸が過剰であるため、リン酸は低成分とした。緩効性肥料には、造粒時の変性の危険性を考慮して、予備調査結果から、粒径が小さく肥効期間が比較的長いハイパーCDUを使用した。

前述の小規模造粒成型機を用いて試作したところ、加熱乾燥後にペレット表面の亀裂がみられ若干の改良の余地があるものの、散布可能な混合堆肥複合肥料が製造できた。そして、前項と同様にして瓶培養法により試作肥料の窒素無機化特性を調査し、夏まきキャベツ栽培期間の地温を用いて窒素肥効を推定したところ、図2に示した緩効的な窒素肥効が確認できた。

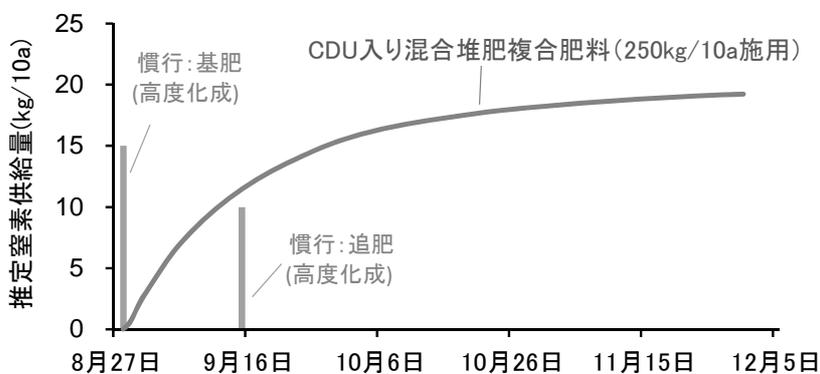


図2 試作したCDU入り混合堆肥複合肥料の推定窒素肥効パターン

注)キャベツの夏まき作型を想定した。

参考として図中に慣行の分施肥体系の窒素施肥量を施肥時期別に示した。

(2) 夏まきキャベツ栽培での施用効果 (2015年)

試作した混合堆肥複合肥料の施用効果をみるため、当センター内の圃場で夏まきキャベツの栽培試験を実施した。栽培試験は、以下に示すように、高度化成肥料あるいは有機化成肥料の分施肥体系を対照として、全量基肥施肥した試作肥料のキャベツに対する施用効果を見た。

- 1) 土壌条件 中粒質台地褐色森林土
- 2) 供試品種 彩ひかり
- 3) 試験区の構成と実験計画 3反復乱塊法(1区18㎡)

試験区名	上段: 肥料の種類と施用量(kg/10a) 下段: 三要素成分施肥量(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/10a)			土づくり資材 (kg/10a)
	基肥	追肥	計	
(全基) CDU入り混堆	(試作) 混合堆肥複合肥料250 25-14-24	—	25-14-24	
(分施) 化成	高度化成94 15-15-15	高度化成94 10-10-10	25-25-25	
(分施) 化成+苦土石灰	〃	〃	〃	苦土石灰120
(分施) 化成+苦土石灰+堆肥	〃	〃	〃	牛ふん堆肥2,000 苦土石灰120
(分施) 有機化成	有機化成150 15-12-15	有機化成100 10-8-10	25-20-25	

4) 耕種概要

堆肥施用8月4日、苦土石灰8月6日、基肥8月28日、追肥9月15日
定植9月2日(条間60cm, 株間35cm, 1条植え)、中耕9月15日、収量調査11月30日

その結果、キャベツの生育、収量(図3)及び結球部の形質において、CDU入り混堆区は分施肥体系と同等の値を示し、混合堆肥複合肥料による全量基肥施肥栽培の可能性が示唆された。

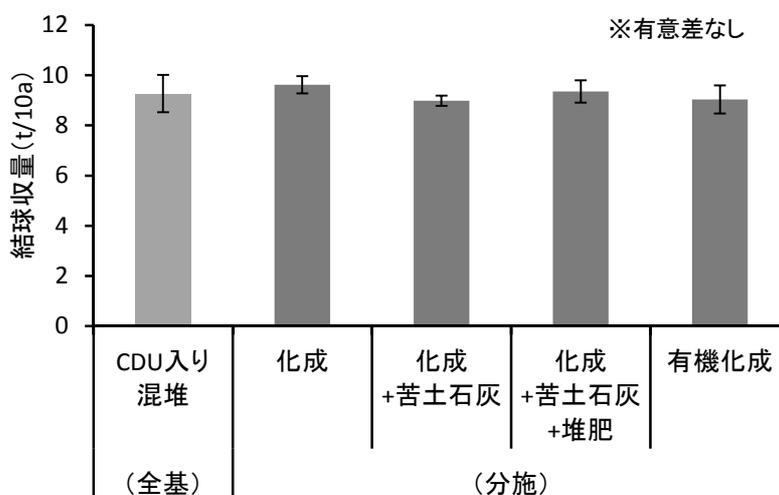


図3 キャベツの結球収量(2015年作,センター内圃場)

4. おわりに

今回紹介した夏まきキャベツ栽培用の混合堆肥複合肥料の成型具合を改善するために原料設計を若干変更し、肥料メーカーの工場で試験製造したところ、ペレットの物性は良好であった。2016年6月に肥料登録され、生産現地での実証試験を開始したところである。今後、施用効果の年次変動や土づくり効果、保存性、施肥作業の省力化を含めた施肥コストの評価、販売方針等の検討を進めていく予定である。緩効性窒素肥料を混合した新たな混合堆肥複合肥料の開発により、家畜ふん堆肥の利用拡大とともに耕種農家の収益力や作物生産力の向上につながることを期待したい。

本資料より転載・複製する場合は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得てください。

畜産研究部門 平 28-4 資料

平成 28 年度家畜ふん尿処理利用研究会資料

編集・発行 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門
企画管理部企画連携室

Tel.029-838-8290、 Fax.029-838-8606

〒305-0901 茨城県つくば市池の台 2

発行日 平成 28 年 11 月 10 日

印刷所