

成型家畜ふん堆肥（ペレット堆肥）

（1）成型化によるメリット

慣行堆肥の欠点を改善

家畜ふん堆肥は貴重な土壌改良資材として広く利用されてきたが、畜産農家の規模拡大に伴ってふん尿の発生量が増大してきたため、畜産地帯などでは地域内での還元農地の確保が困難になってきている。

一方、家畜ふん堆肥の多量施用に伴う地下水汚染などの環境問題が顕在化してきており、環境保全的な観点からも堆肥の流通・利用を促進し、農耕地への窒素負荷量の平準化を図ることが重要である。

しかし、現状の堆肥は品質・肥効が不明確であり、高水分でかさばる、散布にマニュアルブレッダーなどの特殊な機械が必要であるなどの問題があり、このことが堆肥の流通・利用を阻害する要因となっている。成型技術は堆肥をペレット状にすることで、慣行堆肥の欠点であった広域運搬性、保管性、機械散布適性などのハンドリングを大きく改善することができる。このため、堆肥の広域流通および利用促進のための対策技術として注目されている。

輸送適性と保管性の向上

成型された製品ペレットの容量は、原料堆肥の約80～50％に圧縮される。こうした減容効果は、原料堆肥の副資材混合割合が高いほど大きくなる。成型による減容効果は堆肥の広域流通を考えた場合、輸送適性が向上するとともにコスト的にもきわめて有利になる。

また、成型によって容量が小

<追録第18号・1999年> 第8巻

さくできることは、畜産農家にとって非需要期の保管場所が少なくすむことにもなる。

機械散布適性の向上

成型堆肥は機械散布に対応できる十分な強度があり、粒径も品質も比較的そろっているため、耕種農家が保有する種々の肥料散布機械に適用できる。なお、肥料成分量の多い鶏ふんや豚ふんのペレット堆肥を有機肥料として利用する場合には、散布精度が重要になる。この点についても、ブロードキャスターやライムソアーを用いることで高精度の散布が可能であり、ブロードキャスターを用いれば化成肥料との同時省力散布も可能である（第1表）。

また成型化すれば粉塵の発生量が抑えられるため、住宅地周辺での散布が可能になるメリットもある。

（2）成型機の種類と特徴

市販されている成型機には、大きく分けてディスクベレッターとエキストルーダーの2つの



第1図 鶏ふんペレット堆肥

左から、原料堆肥、直径3mmの製品、直径5mmの製品

第1表 成型堆肥の汎用肥料散布機への適応性

散布機	供試ペレット (直径5mm)	繰出し量 (kg/分)	有効散布幅 (m)	重ね合わせ時の 変動係数 ¹⁾ (%)	ペレット 崩壊率 (%)
ブロードキャスター	豚ふん	43	4	18	1.6
ブロードキャスター	鶏ふん	38	10	25	3.0
ライムソアー	牛ふん	48	2		
水稲用兼用管理機	鶏ふん	5.5	10	32	3.2
エンジン式簡易給餌機	豚ふん	11	6		0.4
背負い式散布機	豚ふん	4.3			

注 1) 往復散布を行なった場合の散布精度

方式がある(第2図, 第3図, 第4図)。

ディスクベレッター方式

ディスクベレッターにはローラー・ディスクダイ方式, ローラー・リングダイ方式およびダブルダイス方式などがある。3方式とも, 直径数mmの穴が多数あけられたディスクとローラー, あるいは2個のディスクの間に供給された堆肥がローラーの回転に伴ってディスクの穴に圧送され, 成型される構造となっている。

この方式は, 小石などの硬い異物を多く含んだ堆肥を原料堆肥とした場合には, ディスクやローラーの消耗が激しく, 部品交換が頻繁に必要となる。しかし, おがくずや稲わらが混ざった堆肥の場合でも, 繊維がディスクとローラーとの間で磨砕されるため, 目詰まりが起こりにくい特徴があり, 比較的低水分の原料に適した

方式である。

エキストルーダー方式

エキストルーダー方式は, フィーダーを通してバレル内に供給された原料がスクリーによって圧縮, 溶融(熱化)を受けながら, 先端に付したダイス部分に圧送されて成型される構造となっている。

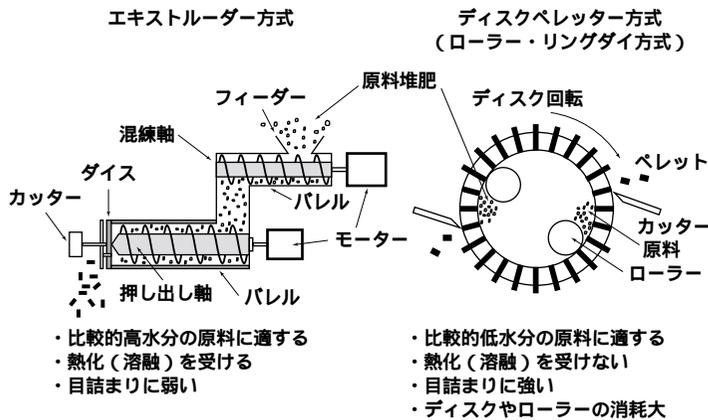
この方式は異物(長大繊維, 小石)の混入による目詰まりには弱い。しかし, 成型時の温度や圧力を制御することによって, 窒素の肥効の異なるペレットの生産が可能であること, ダイスの交換が容易であるため多様な形のペレットを簡単につくれるなどの利点があり, 比較的高水分の原料に適した方式である。

*

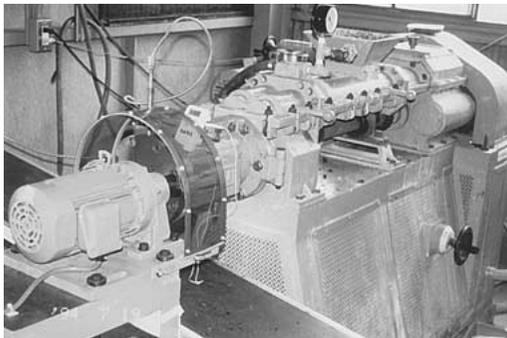
実際に畜産現場に導入されている成型機は, ディスクベレッター方式が多いが, 成型機を導入するときは, 機種の特徴や原料堆肥の性質および水分を考慮して選定する必要がある。

(3) 成型堆肥の製造方法と成型条件

生産する製品ペレット堆肥は, 広域流通や機械散布に耐えうる十分な強度があり, 長期保管する場合にも品質が劣化しないこと, また品質や成分含有量がそろっているなど



第2図 市販成型機の種類と特徴



第3図 エキストルーダー方式の成型機



第4図 ディスクベレッター方式の成型機 (ローラー・リングダイ方式)

第2表 市販成型機の仕様例

	HT社 TMHS - 175	FP社 F - 20型	FD社 BPR - 250型	KU社 造粒くんジュニア
成型方式	エキストルーダー	ローラー・ディスクダイ	ローラー・リングダイ	ダブルダイス
処理能力 (kg/hr)	500	500	500	500
成型可能水分範囲 (%)	30 ~ 50	20 ~ 30	23 ~ 30	10 ~ 50
製品の直径 (mm)	φ5 以上	φ3 ~ 10	φ3 ~ 5	φ3.5 ~ 10
主動力 (kW)	15	15	24	37
本体価格 (万円)	600	400	650	775
消耗部品と価格	スクリー 4万円 混連パドル 20万円 パレルライナー 5万円	ダイス 20万円 ローラー 10万円	ダイス 40万円	ダイス 20万円 カッター 5万円 原料シュート 5万円

注 成型可能水分範囲はカタログ数値と試験成績を勘案して表示した

の高付加価値資材としての条件を満たすものでなければならない。こうした製品ペレットの品質は、原料堆肥の性質（副資材の混合割合や畜種）、成型条件および成型工程での水分管理によって決定される。

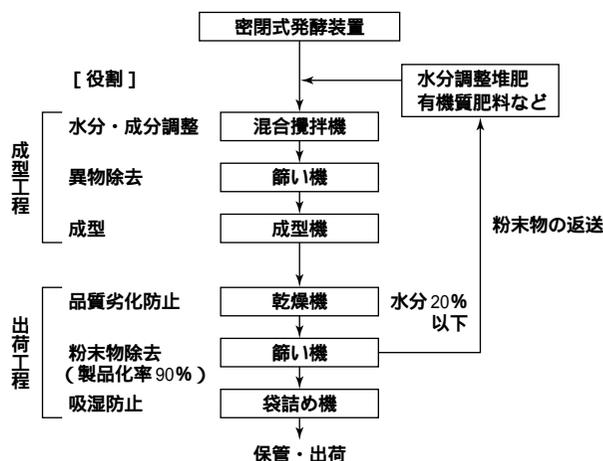
このため成型技術は、どの成型機を用いた場合でも第5図に示す堆肥化から袋詰めまでの一連のシステムとして考え、原料堆肥に応じた最適な製造条件を把握する必要がある。

原料堆肥の生産と水分調整

成型に適した原料堆肥の条件を第3表に示した。こうした条件は、成型機によって多少異なるが、粉がらやおがくずなどの副資材の混合割合が低い堆肥ほど成型しやすく、十分な強度のある良好なペレットが生産できる。また、成型時には原料堆肥の水分が製品強度や処理速度に大きく影響するため、原料堆肥の水分を成型機に応じた最適水分（エキストルーダーでは40%程度、ディスクペレッターでは20~25%程度）に調整する必要がある。水分調整を効率よく行なうためには、堆肥化段階で堆肥水分を最適成型水分に近づけるように管理することが望ましい。

こうしたことから、成型技術を導入するときには、堆肥化段階から考える必要がある。養豚や養鶏農家で導入が進んでいる密閉式の堆肥化装置は、水分調整が容易であり、副資材の少ない堆肥が生産できることから原料堆肥の生産方式として最も適していると考えられる。

原料堆肥の水分調整は、機械の目詰まりなどのトラブルを防止するためにも攪拌段階ででき



第5図 成型堆肥生産工程と役割

第3表 成型に適した原料堆肥の条件

条件	理由
おがくずなどの副資材混合割合が低い堆肥	成型適性大(処理速度・強度)
金属や石などの異物が混入していない堆肥	目詰まり・機械消耗少
肥料成分含有量が多く、成分変動の少ない堆肥	高肥料的価値(高付加価値)
原料堆肥の水分が最適成型水分に近い堆肥	乾燥工程不要(低コスト)
腐熟化の進んだ臭気の少ない堆肥	利用者ニーズ

るだけ正確に行なう必要がある。現場で迅速かつ正確に堆肥水分を測定することはこれまで困難であったが、近年、安価な市販のADR土壤水分計を用いる簡易測定法が開発され、正確な水分調整が可能となっている。

なお、攪拌段階で水分調整と同時に異畜種堆肥などを混合して成分を調整することも可能である。

原料による最適制御条件の検討

水分調整された堆肥は、堆肥中に含まれる金属、石、粗大異物による成型機の日詰まりや消耗を防ぐため、篩い機を通したのち成型機に投入する。

成型段階では、機械の制御条件が製品の強度や処理速度に影響を与えるが、エキストルーダーでは混練軸と押し出し軸の速度、ディスクペレッターではダイス部への原料供給量が制御条件となる。こうした条件は、機種や原料堆肥の副資材混合割合によって異なるため、最初に最適条件を検討する必要がある。

成型後の乾燥

成型されたペレットは、乾燥することで強度が増し、機械散布適性や積重ね保管時の耐崩壊性が高まる。それと同時に、カビの発生による外観品質の劣化、結露水によるペレットの崩壊、成分変動などの品質劣化を防止できる。

製品ペレットの品質劣化は、気温が低い時期に完熟堆肥をディスクペレッターを用いて低水分で成型した場合は比較的緩やかである。その

ため製品の保管期間が短い場合には乾燥工程は不要となるが、未熟な堆肥を原料とした場合には数日で著しい劣化が生ずるため乾燥工程が不可欠である（第4表）。このため、製品ペレットの水分を20%以下にまで乾燥し、吸湿を防止するため袋詰めする必要がある。

しかし、成型後の乾燥に火力乾燥機を用いると、乾燥コストが生産コストに大きく影響する。そのため、成型時の水分をできるだけ低く調整し、夏期には既存の乾燥ハウスを活用するなどのコスト対策を講ずるべきである。

粉状堆肥の除去

こうして乾燥したペレットの製品化率は90%程度であり、数%の粉状堆肥が製品に混入する。この粉状堆肥は、機械散布時の粉塵の発生や詰まりの原因になると同時に、外観的な商品価値も低下させるため、篩い装置を通して除去したうえで最終製品とすることが望ましい。

(4) 製造コストと販売の可能性

成型技術を導入した場合の生産コストは、成型機の機種や処理規模によって異なるが、1,000頭規模の養豚農家を対象とした試算では、製品1kg当たり12～20円程度である。これは、原料堆肥の水分調整や製品の乾燥を効率よく行なったと仮定した場合の試算であり、水分の高い原料堆肥を用いた場合などは、さらにコストがかかることになる。

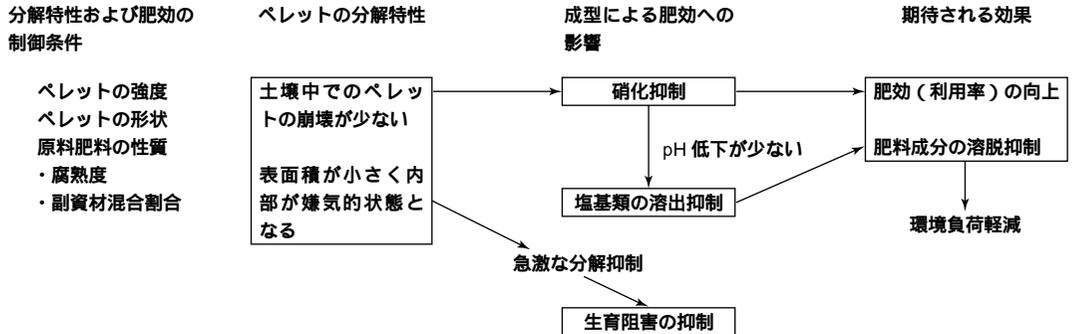
製品ペレットの販売利用を考えると、窒素成分量が低く、土壌改良資材として用いられる牛ふん堆肥などを原料とするペレットは、10a当たりの施用量を1tとした場合でも、資材費が1万円を超えることになる。このため、こうしたペレットの用途は園芸店などでの販売など限定されたものになると考えられる。

一方、副資材を含まず、窒素成分量の多い豚ふんや鶏ふん堆肥を原料とするペレット（窒素成分量約4%）について耕種農家へアンケート調査を行なったところ、20kgの袋詰め価格で500～600円程度であれば、市販の有機ペレット肥料の代替肥料として優位に販売できるという結果が得られている。

第4表 成型堆肥の水分と外観品質の劣化との関係

形状	水分 (%)	外観品質の変化							CO ₂ 発生量 3日間 (mg/g)
		保管日数(日)							
		0	3	7	10	14	21	28	
ペレット	40								44.0
	30								18.3
	20								3.5
	15								0.9
原料	40								36.5
	15								1.0

注 微生物の発生による外観品質の劣化程度
 ; なし | ; わずかに発生
 || ; 部分的に発生 ||| ; 全面に発生



第6図 畑土壤中での成型堆肥の肥効特性と制御の模式図

こうした有機肥料として販売する際は、成分の安定化、肥効特性の明確化が必要となるが、異畜種堆肥や有機資材とのブレンドによる成分調整などの工夫をすることで、生産コストに見合った販売が可能であると思われる。

(5) 肥効特性と施用法

水田と畑での肥効の違い

成型堆肥の肥効は基本的には原料堆肥の肥効と変わらず、作物に対する施用量も現行の施用基準に従うことになる。しかし、施用する作物によっては成型化の影響を考慮する必要がある。

成型堆肥は水中では膨潤し形状が崩れるため、水田での肥効は原料堆肥と変わらないが、畑土壤中では比較的長期間ペレットの形状が維持されるため、成型堆肥特有の肥効が現われる。畑土壤中では第6図に模式的に示すように、ペレットの分解は原料堆肥に比べて緩やかであり、形状を維持したまま徐々に分解が進む。そのため、原料堆肥が未熟な場合でも易分解性有機物の急激な分解に伴う障害の発生が抑制される。

また、窒素の無機化速度に対しては成型化の影響は認められないが、ペレット内部が嫌気的狀態となるため硝化が抑制される。このためペレットからの硝酸態窒素および塩基類の溶出は原料堆肥に比べて数週間程度抑制される特徴がある。

こうした成型化による肥効への影響は、ペレ

第5表 野菜の元肥窒素に対するペレット代替率と収量指数

供試作物	栽培期間	窒素代替率 (%)			
		100	50	25	0 (慣行)
ハウレンソウ	5 ~ 7	102	118	104	100
ハウレンソウ	6 ~ 7	111	115	105	100
チンゲンサイ	7 ~ 8	95	106	122	100
モロヘイヤ	6 ~ 10	115	135	98	100
夏作平均		106	119	107	
キャベツ	10 ~ 2	85	86	88	100
ハウレンソウ	10 ~ 11	90	96	97	100
冬作平均		88	91	93	

ットの直径が大きく、原料堆肥の副資材混合割合が小さなものほど顕著となる。

施肥方法

ペレット堆肥の利用はこうした肥効特性を十分考慮して行なうことが必要であるが、ペレット堆肥の施用技術の開発は端緒についたばかりである。筆者らは豚ぶんペレット堆肥を用いて野菜の元肥窒素に対する代替利用の可能性を検討してきた(第5表)。この結果、春夏野菜に対しては窒素の無機化率を勘案し、元肥窒素量の50%をペレットで代替すれば化成肥料と同等以上の収量が得られると考えられる。しかし、秋冬野菜では地温が低いため窒素の無機態窒素発現量が少なくなり、硝化も抑制されるため、収量は慣行に比べて劣る結果が得られている。

*

成型技術は、慣行堆肥の問題点の多くを改善できるため流通利用対策技術として普及が期待

される。しかし、製品ペレットの利用を促進するためには、各種作物に対する施用技術について今後一層の検討が必要である。

また、異畜種堆肥や他の有機質資材のブレンドによる成分調整技術の開発が進めば、ペレット堆肥の用途はいっそう広がると期待される。

執筆 原 正之（三重県科学技術振興センター・農業技術センター）

の肉牛．28，12 24．

原 正之．1999．ADR水分計を用いた堆肥の簡易迅速水分測定法．関東東海成果情報．

1998．家畜ふん尿堆肥の成型及びブレンドによる高付加価値化技術の確立．平成6～8年度地域重要新技術開発促進事業研究成果報告書．

参 考 文 献

原田靖生．1995．ふん尿処理問題の現状と対策．日本