

堆肥原料の通気性を簡易に評価できる通気抵抗測定装置について

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター
 評価試験研究部 安全試験室 皆川啓子
 畜産工学研究部 飼養環境工学研究 主任研究員 原田泰宏

1. はじめに

家畜ふん尿の堆肥化は、ふん尿中に含まれる肥料成分を有効に利用するために必要な処理であり、圃場へ施用する前に土壌や作物に障害を与えない成分組成を持つようにすることである。堆肥化は、酸素が十分存在する状態で活躍する好気性微生物を利用する好気性発酵が一般的である。この手法により家畜ふん尿の堆肥化を行うためには、副資材などを混合して堆肥原料を作成し（以下、堆肥原料の調製）、酸素（空気）を供給しやすいように堆肥原料の通気性を確保することが重要となる。この一連の作業を簡単に表すと、図1のような流れになる。現行では、堆肥原料の調製により通気性が十分に確保されたかを簡易に把握できる手法は少なく、「堆肥原料の水分を55～72%程度に調整する」ことが指標となっている。しかしながら、水分測定を堆肥化の現場で測定しようとすると時間がかかる、測定するための機器類が無い等の問題があり、堆肥原料の調製は作業者の経験に

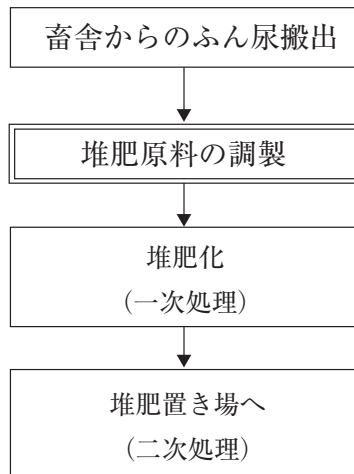


図1 堆肥化作業の概要

基づいて行われているのが実状である。

一方、堆肥化施設の処理能力は、畜舎から搬出されたふん尿の水分の変動や堆肥化時の乾燥のしやすさ（主に雰囲気温度、湿度）などが原因となり、夏季と冬季では差が生じる。また、一般的に使用されている副資材としてオガクズやモミガラ等があるが、価格の高騰や季節的な供給量の変動などが原因となり、地域によっては入手が困難になってきている等の課題もある。さらに、堆肥化施設の規模は各営農現場により、堆積高さ、通気方法等が異なり、堆肥原料に求められる通気性はそれぞれ異なる。各営農現場に既設の堆肥

化施設に最適な堆肥原料の通気性を簡易に把握する手法が確立できれば、堆肥原料の調製を確実に行うことが可能となり、堆肥化の促進につながる。また、堆肥化に必要な十分な通気性が確保できる副資材混合量の目安ができることで、過剰に副資材を使用していた場合は使用量を制限できる。そこで、家畜ふん等の堆肥化の難易を初期段階で簡便に把握するために、堆肥原料の通気性を簡易に評価する技術の開発について検討したので、その概要について述べる。

2. 堆肥原料の調製における問題点の整理

繰返しになるが、畜舎のふん尿は、堆肥原料の調製を経て堆肥化装置へ投入され、堆肥化装置へ投入された後は、ある一定期間の堆肥化処理を経て、堆肥置き場へと移される（図1）。ここでいう「ある一定の期間」とは営農現場毎に異なり、そこに設置されている堆肥化装置の機能上強制的に排出されるまでの期間、もしくは畜舎から搬出されるふん尿を投入するために堆肥化装置から排出しなければならないという投入量と処理量とのバランスによって決定される期間であり、堆肥化の良否に関係なく排出される場合も多い。

堆肥化処理期間を短縮する手法の一つとして切返しだけでなく強制通気を行う通気装置を備えた堆肥化施設（例、図2）では、堆肥原料1m³あたり100 L/min程度の空気が供給できる1.0～2.5kPa程度の静圧を有する送風機の利用が推奨されている（中央畜産会、2000）。堆肥原料のムラ（物理的な不均一性など）や季節的な変動を勘案すると、静圧に余裕のある送風機

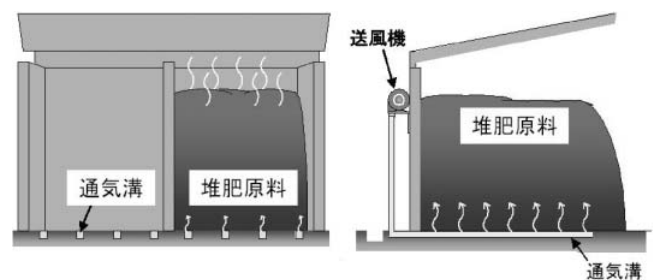


図2 通気型堆肥化措置の概要（通気床から強制通気の場合）

を選択すべきだが、静圧が高いほど運転コストが高くなるため、通気構造や堆肥原料の通気性を良くすることに越したことはない。しかし、堆肥原料の調製は通気性の確保が目的であるが「水分調整」といわれることが多く、水分の測定は、乾燥炉や天秤等の分析機器を必要とし、時間がかかる、原料にムラがあるために、試料1点あたり数10g程度の分析を複数点行っても原料全体の水分を把握することが難しい等の問題がある。バケツなどを利用して見かけの容積重を求め、これを指標とする場合もあるが、我々の経験では、非常に通気性の良い（水分の低い）場合には有効であるが、通気性の良否の判断が求められる範囲（例えば、乳牛ふん75%程度）では値がばらつき、使用しにくいと考えられる。一方で、副資材は多岐に渡って検討されており（市川ら、1999）、オガクズ等に限らず蕎麦殻、落花生の殻など、その都度入手可能なものを使用している例もある。堆肥原料の調製にあたっては担当者の経験則に頼っているのが実状であり、副資材の種類の変更や担当者の交代により堆肥原料の調製がうまくできずに堆肥化が発酵不良になってしまうこともある。以上のように、堆肥原料の調製は、水分の把握が難しいことや、堆肥化装置の処理能力の変動、入手可能な副資材の種類の変更などによって、求められる副資材の混合量の把握が困難な場合があるという問題がある。

3. 評価技術に求められる機能と測定イメージ

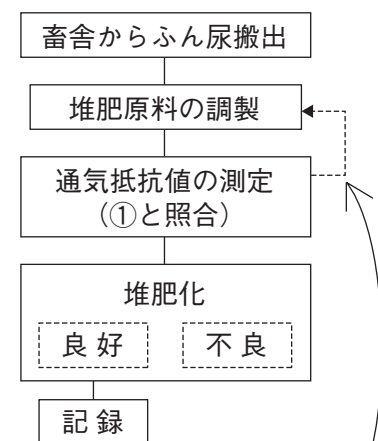
目標は、堆肥原料の通気性そのものを評価する技術の開発である。その技術は、営農現場で使用する場合、バケツによる測定から容積重を求める方法などと同様に、1回あたり数分の作業で終了できるような評価の簡便さ、手軽さが重要と考えられる。そこで、堆肥原料の通気抵抗を測定できる技術として装置化することとした。表1に測定装置に求められる機能などの概要を示す。

表1 測定装置の要件と開発のための課題

要件	課題
①誰にでも簡単に評価できる	装置構造
②できるだけ多くの副資材に対応できる (長稈の稲ワラなどは除く)	(大きさ、容量、質量、取扱性、汎用性) 装置構造
③通気性そのものを評価できる	(通気量、通気方法、通気抵抗測定範囲)
④短時間(数分/回)で評価ができる	数値判定、使用方法
⑤評価結果を原料の調製に活用できる	堆肥原料との接触部位の限定
⑥保守管理(清掃など)が簡単	

堆肥原料は、副資材の混合割合や堆積高さによって容積重が異なり、副資材の混合量が少なければ容積重は大きくなり、高く堆積されるほど自重によって圧密状態となる。また、使用する副資材の種類毎にこれらの値は異なる。測定装置の容器内に置いて、ある程度の堆積された状態を再現し、その状態の通気性が把握できるような装置が望ましい。これらの要件を満たす測定装置の開発に必要なデータを収集するため、大泉ら（1983）が行った試験方法を参考に乳牛ふん尿にオガクズ、モミガラ、戻し堆肥を各々混合した堆肥原料を用いて基礎試験を行った。基礎試験の結果、容器の径は100～500mmの範囲内で設定可能と判断した。測定装置を使用するとき、片手に測定に使用する原料を充填する容器を持ち作業することを前提とした場合、堆肥原料が充填された状態で3kg程度以下とすることが使用しやすいと考え、有効容積（充填量）を2Lとした。

測定装置の評価方法として、現場で堆肥原料の通気性を数値で判定し、堆肥原料の調製にフィードバックできることが必要である。ただし、堆肥原料に求められる通気性は、設置されている堆肥化装置に通気方法等によって異なるため、目安を得るためには営農現場毎に実施に投入される堆肥原料の通気性と測定装置による通気抵抗値との関係を予め把握しておくことが必要となる。そこで、開発する測定装置の使用方法を検討した結果、図3のような評価方法を考案した。堆肥化が良好であったときの堆肥原料を用いて、測定装置によるデータの蓄積を図り、次に投入を予定している堆肥原料に対して、蓄積された測定装置のデータに基づいた通気性になるよう堆肥原料の調製を行うことにより、堆肥化装置投入後の通気性は確保されているため速やかに堆肥化が開始されると



① 良好時の通気抵抗値を記録
② 良好時の通気抵抗値を目安に副資材混合
図3 測定装置利用方法検討結果
(堆肥原料の調製の流れ)

考えられる。

4. 測定装置の構造と性能

1) 測定装置の構造

基礎試験で得られたデータを検討して決定した仕様と装置の概要を示す(図4、表2)。測定装置は、堆肥原料を充填する容器と堆肥原料の通気抵抗を測定する計測部で構成し、計測部には送風用ポンプ、圧力計が内蔵されている。容器に堆肥原料を充填した後、計測部を容器上部に載せて一体化した状態で堆肥原料の通気抵抗を測定する構造としたことで、測定時の取扱いを簡易にした。測定装置の測定性能は、基礎試験と同じ堆肥原料を作成し、得られたデータとの比較をすることで確認した。なお、堆肥原料を完全に均一な状態に混合することは困難であり、性能確認試験においても、測定値にある程度バラツキが生じたことから、現場で堆肥原料全体を評価するため



図4 測定装置とその概要

表2 通気抵抗測定装置の仕様

外径×高さ (mm)		180×280 (把手を除く)
質量 (kg)		2.6
計測部	電源 (Dc V)	6
	通気量 (L/min)	2.0
	圧力範囲 (Pa)	0~100
容器	材質	ステンレス
	容量 (L)	2.0
	質量 (kg)	1.3

には、測定点数は多いほどよいと考えられた。

2) 実規模の通気型堆肥化装置との比較

測定装置で通気型堆肥化装置に投入される堆肥原料の通気性を評価し、発酵槽の下部静圧と比較した。

通気型堆肥化装置の通気床は清掃して空状態での風量と通気抵抗の関係を調査した後、堆肥原料を0.5m、1.0m、1.5mと堆積し、風量を変えながら下部静圧を測定した。また、測定装置で堆肥原料の通気抵抗を測定した。測定装置による測定風景を図5に示す。

測定装置による通気抵抗値は、基礎試験同様、発酵槽の下部静圧が高くなるほど高くなる傾向が得られた。今回堆肥原料を投入した通気型堆肥化装置では、いずれも堆肥化が良好に開始された。なお、堆肥原料に求められる通気性は現場にある堆肥化装置毎に異なることから、測定装置は堆肥化が良好に進行しているときに測定装置によるデータ蓄積を行い、測定装置のデータに基づき堆肥原料の調製時に通気性が良いと判断される状態まで副資材を混合することで、堆肥原料の調製作業の支援が可能と判断できた。



図5 測定装置による測定風景

おわりに

堆肥原料の通気性を直接評価できる装置として、良好な堆肥化処理を支援できる可能性を見出した。今後の計画として、測定事例を重ねながら作業手順のマニュアル化などを進め、実用化を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 市川ら：牛ふんの堆肥化における粉碎古紙利用の影響、愛知農総試研報、1999
- 2) 大泉ら：堆積した堆肥の容積重推定法に関する一考察、千葉畜セ研報、1983
- 3) 中央畜産会：堆肥化設計マニュアル、2000
- 4) 生研センター：平成19年度事業報告、2007
- 5) 生研センター：平成20年度事業報告、2008