






ハウスとトラクターによる 乳牛ふん尿の低コスト堆肥化方法

1 はじめに

皆様がよくご存知のとおり「家畜排せつ物の管理の適正化と利用の促進に関する法律」により、堆肥等家畜排せつ物の処理及び保管のための施設の構造設備に関する基準が平成16年11月1日から全面的に施行されます。この基準は決して難しいことではなく、堆肥など固形物の施設は床を不浸透性の構造（コンクリートや遮水シート）とし、覆い（屋根）と側壁（シートやブロック）で囲うことが条件です。ところが、この基準を満たしていても堆肥化ができるとは限りません。堆肥化とはふん尿を発酵させ、汚物感や悪臭をなくし、土壌や作物に害を与えない状態にすることで、発酵を促進することが堆肥化の決め手になります。堆肥化の方法は表1に示すとおり

り数種類あり、それらの特徴を考慮しながら施設の整備を進めなくてはなりません。最も気になるのがコストの問題です。コストには施設導入時に必要な建物費と機械類の設備費、施設導入後の運転費（またはランニングコスト、電気料金や燃料費）、水分調整のための副資材費、そして労働費があります。施設導入時の費用は莫大で、一般に建物費と設備費とで家族経営規模で数千万円、大規模農場や共同処理場で数億円の投資となり、経営に大きな負担となります。コストを削減する一番手っとり早い方法は施設規模の縮小ですが、実は、堆肥化施設で最も重要なことは「機能する施設」で、堆肥化の難しい冬でも十分機能する「余裕ある施設」を設置しなくてはなりません。

表1 堆肥化の方法と特徴

方 法		処理期間	必要面積	建物費	設備費	運転費	副資材費	労働費	悪臭発生
切返し方式（堆肥舎堆積型） 		長	大	大	小	小	大	大	多
攪拌開放式	縦型 	短	小	小	大	大	小	中	少
	スクープ式（深型） 	中	中	中	大	中	中	小	中
	ロータリー式（浅型） 	中	中	小（ハウス）	中	中	小	小	中
	トラクター式（浅型） 「島根畜試方式」 	中	中	小（ハウス）	小	小	小	大	中

堆肥化施設設計マニュアル（中央畜産会）より作成

2 低コスト化のための発想

島根県立畜産試験場は畜産環境対策にとって堆肥化処理の低コスト化が最も重要と考え、新しい発想の実用化に取り組みました。新発想とは、生ふん尿をビニールハウスの中で太陽熱で乾燥しながら、発酵が速く悪臭発生が少い攪拌方式をトラクターで行う「島根畜試方式」で、詳細は次のとおりです。

1) 建物：園芸用のビニールハウスは最も安価な建物の一つです。当場に設置した実験用ハウスは幅7m、長さ44m、高さ4.5m、全床遮水シート(ビニール、厚さ0.1mm)を敷き、その上を厚さ10~15cmの土で覆う土間仕上げです(写真1)。ハウスは自家労働で簡易に建築できます。強風や積雪への対策はアーチパイプを径32mm以上、間隔を30~40cm(一般は50cm)とし、被覆ビニールは厚さ0.15mm以上を用います。雪はビニール屋根を滑りやすいので、日中の気温や堆肥の熱で滑り落ちますが、豪雪地帯では降雪時、棟下に支柱を2~4m間隔で立てると安心です。パイプ類のサビは当場の2年間の使用では生じていません。被覆ビニールの耐用年数は約5年とされています。建築費は外注で新築した場合は㎡当たり5,000円前後です。なお、当地のように耕作放棄されたハウスを再利用し、自家労働で建築すれば、もっと低コスト化ができます。このハウスで2年間実験を行った結果から改善すべき点も見つかかり、農家での建築ではこれを生かしています。

2) 攪拌方法：ハウス内の入り口近くに投入した生ふん尿に戻し堆肥を上乗せし、30~60cmの厚さに広げ、トラクターに付けたロータリーで攪拌しながら、堆肥取り出し口から生ふん尿投入口に向かって一方方向へ進行します。投入口に着いたらロータリーを上げてバックし、また取り出し口から攪拌しながら前進するという作業を繰り返します(写真2)。攪拌すると堆肥はトラクターの後方へ飛ばされます。これを移送と言い、1回の攪拌の移送は20~30cmです。毎日生ふん尿を投入するので、その分だけハウス内全体を移送しなくてはなりません。1日に約1m移送するので4~5回攪拌し(幅2m

ロータリーでハウス全幅を移送するのに計15回程度)、1か月間で30m前後移送します。この1か月間を堆肥化の一次処理とし、取り出し口に集積した堆肥はショベルローダーで投入口へ運び、生ふん尿の水分調整のためハウス内戻し堆肥として用い、残りは堆積して二次処理し、冬期の水分調整材や牛舎の敷料とします。なお、一次処理とは腐敗しやすい有機質を発酵分解し、悪臭が発生しない状態にすることで、二次処理とは更に発酵を進め攪拌しても発熱しない安定した完熟堆肥にすることです。

ロータリーは高速で回転させ、トラクターの進行速度は人の歩行程度が適当でした。実験では農耕用の幅2mのロータリーを30~70馬力のトラクターで駆動しました。堆肥を攪拌するのに大きな馬力は要せず、20馬力でも十分と思われました。このトラクターにフロントショベルを付ければ何かと便利です。特に水分調整のため、ハウス内戻し堆肥を取り出し口から生ふん尿投入口へすくって運搬するのに便利です。なお、一般農家ではトラクターの年間稼働日数が少ないので、これを利用すれば新規投資は不要です。

3) 副資材：生ふん尿を堆肥化するには水分を70%程度に調整する必要があり、一般にモミガラやオガクズを使いますが、これらは堆肥化の過程でほとんど分解しないので、堆肥量を多くするには役立ちますが、逆に減少したい場合は問題です。例えば、表2に示すとおり水分80%の乳牛生ふん尿1トン(約25頭分、約1m³)を400kgのオガクズで水分調整すれば1.8m³になります。これを切返し方式で堆肥化すれば固形物の分解や発酵熱による水分蒸発で、重量は930kg、水分58%前後の堆肥となり、重量は減少しますが、容積は生ふん尿より増えて1.6m³となります。一方、島根畜試方式のように戻し堆肥で水分調整すれば、1トンの生ふん尿が240kg(0.4m³)の堆肥となり、劇的に減量することができます。量が少なくなれば、施設がコンパクトになり、その上、オガクズの購入費、運搬労働費、オガクズ庫などが不要になり、大幅な低コスト化を図ることができます。

表2 副資材の有無による堆肥の量の変化(1,000kgの生ふん尿に対して)

水分調整方法	堆肥化前			堆肥化後		
	重量 kg	水分 %	容積 m ³	重量 kg	水分 %	容積 m ³
ふん尿+オガクズ	1,400	65	1.8	930	58	1.6
ふん尿+太陽熱	1,000	80	1.0	240	50	0.4



写真1 全床遮水シート（職場体験中学生も建築に参加）



写真2 ロータリーで搅拌・移送

3 島根畜試方式の実験成績

1) 戻し堆肥利用：平成12年からほぼ2年間実験に取り組みました。水分調整はすべて戻し堆肥で行い、3月中旬から11月末まではハウスの取り出し口の一次処理堆肥を投入口へ直接運んで、ハウス内戻し堆肥として利用しました。冬は気温が下がり日照も少なく、乾燥効率が低下するので、12月から3月中旬までは夏にハウスで処理し保存しておいた夏期製造戻し堆肥や肥育牛戻し堆肥などを用いました。戻し堆肥を水分調整材として利用できる水分率は55%以下でした。

2) 処理量：平成13年度のハウスへの生ふん尿や戻し堆肥の搬入と一次処理済み堆肥の搬出の平均日量は表3のとおりでした。生ふん尿は1日当たり1,114kg（当場の乳牛の25頭分）で、敷料が少し混合していて、平均水分率は80.9%でした。一次処理済み堆肥はハウス内戻し堆肥に使い、残りは搬出しました。搬出平均日量は330kgで水分率は52.2%でした。これから計算して、搬入した水分の82%が蒸発したことになり、ハウス乾燥の効率が高いことがわかります。また、固形物の分解率は42.4%で、完熟堆肥と同等の高い分解率でした。戻し堆肥として繰り返し発酵したので分解が進んだと思われました。

表3 ハウスへの搬入及び搬出の平均日量

項目	搬入			搬出
	生ふん尿	夏期製造戻し堆肥 (平成13年12月)	肥育牛戻し堆肥 (平成14年1～3月)	一次処理堆肥
量(kg)	1,114	400	375	330
水分率(%)	80.9	24.0	54.0	52.2

注：冬期は戻し堆肥を搬入して利用。冬期以外はハウス内戻し堆肥を利用し、搬入はなし。

3) 実験で得られた知見：

- (1) 乳牛1頭当たりの1日の作業時間は1.5分、燃料0.1L
- (2) 生ふん尿が腐敗（悪臭発生を伴う嫌気性発酵）せず、好気性発酵するため、悪臭発生が少ない
- (3) 3か月で完熟堆肥（一次処理1か月、堆積熟成2か月、切返し方式の1/2期間）
- (4) 乳牛1頭当たりに必要なハウス面積は10㎡
- (5) 戻し堆肥で水分調整、副資材が不要で堆肥生産量が3分の1以下に激減
- (6) トラクターのロータリーは破砕力が強く敷料の稲ワラや野草を破砕し良質堆肥化

- (7) 生ふん尿の投入場所は床の土が泥化するので、コンクリートか鉄板を敷けば安心、また、取り出し口や進入路を舗装すれば作業がし易く、掃除も楽。
- (8) ハウスの両側をブロック3段にすれば、壁際まで使える

4 低コスト化効果

島根県下の酪農家で最近導入された搅拌方式の一次処理場の設置費は1頭当たり32～44万円です。一方、島根畜試方式では1頭当たり5万円（中古資材や自家労働建築で更に低コストが可能）でした。

ただし、ロータリー付きトラクターは、すでに所有しているものを使用しました。なお、完熟堆肥にするには2か月間堆積熟成する二次処理場及び冬のための戻し堆肥庫として1頭当たり4 m³（ハウスなら2万円）が必要です。島根畜試方式は設置や撤去が簡易

で、場所で困っている農家では電気のない遠隔地や休耕地でも攪拌処理が可能です。酪農家や肉用牛農家、また、一次処理だけしたい農家などにも適しています。

5 農家での例



写真3 乳用牛成牛30頭規模の農家。休耕水田に幅7m、長さ42.5mのハウスを建築中。進入路、投入口や取り出し口付近をコンクリートとし、中央は遮水シート敷きの土間仕上げ。壁際まで使えるようブロックを3段積み、ブロックの穴へパイプを差し込みハウスを建てる。



写真4 完成後の姿。棟にカラス避けの糸を張ることが必要。周囲の環境が一気に向上。悪臭が激減。自家労働で建築し、材料費は約115万円。処理終了後は低水分となるので、堆積して完熟、または戻し堆肥として利用。