

## 全面有孔の暗渠管を利用した牛ふんの簡易堆肥化技術

田邊眞・川村英輔

A Simple Method for Composting of Cow Manure by Perforated Culvert Pipe

Makoto TANABE, Eisuke KAWAMURA

全面有孔タイプの暗渠管を利用した、簡易で切り返しを行わない省力的な堆肥化技術を検討した。肉牛ふんを主体とした水分 65%前後の堆積物を、通気性シートで被覆し、切り返しを行わずに堆肥化した。暗渠管を埋設すると堆肥化初期の温度上昇が早くなり、6ヶ月後の堆積物の水分率は40.4%、有機物減少率は31.7%となり、暗渠管を埋設しない場合に比べて水分率は低下し有機物分解は進んだ。暗渠管を埋設することで堆積物内部の通気性が確保されて堆積物全体に堆肥化を進行させることができ、堆肥化の省力化が図られた。

キーワード：家畜ふん、堆肥化、暗渠管、省力化

畜産農家は、家畜排せつ物法に従って家畜排せつ物の適切な処理を行っている。しかし、家畜排せつ物の処理は生産性の向上に直接結びつくものではない。処理のための新たな施設整備は経営に大きな負担をかけることから、簡易で安価な処理施設の事例が報告されている<sup>1)2)3)</sup>。

簡易な施設で堆肥化を行う場合でも、好気性発酵のための堆積物の通気性確保は堆肥化技術の重要な点の一つで、堆積物の切り返しや攪拌は、好気発酵の促進や堆積物の均一化にとって必要な作業である。

畜産農家では経営者の高齢化や労働力の不足から、堆肥の切り返し作業も大きな負担となっている。杉本ら<sup>4)</sup>は、エアコンプレッサーを用いた可動式送風装置による切り返し回数の少ない省力的な堆肥化技術を報告し、小森ら<sup>5)</sup>は、下部送風により切り返しをしないで牛ふんの堆肥化を行った。これらの方法は、強制通気により通気性を確保しているが、動力が必要となる。

一方、通気性確保に動力を必要としない方法として、通気性シートの被覆と通気管の埋設により堆肥化できることが報告されている<sup>6)7)</sup>。

そこで、小規模畜産農家を対象に切り返しをしないで堆肥化する技術として、管壁が網目状で通気性に富み、自由に曲げることのできる全面有孔の暗渠管を利用した牛ふん堆肥化技術を検討した。

### 材料及び方法

#### 1. 材料

##### (1) 暗渠管

暗渠管は、大日本プラスチック株式会社製のネトロンパイプスーパー ES-65、内径63mm、4m/本、標準価格385円/mを使用した(写真1)。この暗渠管は高密度ポリエチレン製のため軽量で取り扱いやすい。また、管壁は全面有孔の網目状開孔で、通常の有孔管より開孔率が高い。



写真1 供試した全面有孔の暗渠管

##### (2) 堆肥化材料

堆肥化材料として、当センターの堆肥舎に搬入された堆積物をバケットローダーでよく攪拌したものを供試した。堆肥舎には毎日、主に肉牛舎から排出されるふんと使用済みの敷料、及び乳牛舎と肉牛舎の残飼が1日平均815kg搬入されている。堆積にあたり、水分率が低い残飼が搬入されるため、水分調整のためのおがくずなど副資材は使用していない。

### (3) 堆肥化施設

当センター内の土壤硬化材で作製された屋外堆肥盤（縦 5m×横 18m×厚 0.3m）で堆肥化試験を行った。

#### 2. 試験方法

##### (1) 堆肥化試験

堆肥化試験は、2005年6月～12月に行い、試験区として暗渠管を埋設した暗渠管理設区及び暗渠管を埋設しない無処置区の2区を設けた。堆肥化材料は、堆肥盤に不浸透性シートを敷いた上に約1.8tの堆肥化材料を山積みにした。暗渠管理設区では、暗渠管を床面に3本、床上50cmに2本、計5本、管と管の間隔が約60cmとなるように床面に平行に埋設した。堆積物は通気性シートで被覆し、約6ヵ月間切り返しを行わずに堆肥化した。

##### (2) 調査項目

堆積物の温度は、堆積物の表面下30cmの表層部、表面下100cmの中心部、及び堆積物床面付近の底部の3ヶ所を温度記録計で30分おきに測定した。堆肥化開始時と終了時に堆積物を採材し、堆積物の水分、灰分を堆肥等有機物分析法<sup>8)</sup>に準じて測定した。堆肥化終了時に堆積物の重量を測定できなかったため、有機物量等は試験終了時の灰分等の割合から推計した。統計処理は統計処理ソフトSPSSを使用して行った。

### 結果及び考察

堆肥化初期の温度上昇は暗渠管理設区のほうが早かった。表層部の温度では、暗渠管理設区は堆肥化開始後6日目に最高温度は74.3℃を観測した(表1)。一方、無処置区では暗渠管理設区に比べて堆肥化初期の温度上昇は緩やかで、17日目に最高温度68.9℃を観測した。表層部と中心部ともに、暗渠管理設区の最高温度に達する日数は、無処置区の約1/3であった。また、表層部において堆肥化開始後に60℃を超えた時間は、暗渠管理設区では8時間後であったのに対し、無処置区では55時間後であった。

これらの結果から、暗渠管の埋設により、堆肥化初期の温度上昇が早くなり、好気発酵の促進に効果的であると考えられた。

表1 堆積物の最高温度とその観測日、及び60℃を超えた時間

測定部位	最高温度(℃)	最高温度を観測した日	60℃を超えた時間
暗渠管理設区 表層部	74.3	6	8
暗渠管理設区 中心部	58.1	11	—
無処置区 表層部	68.9	17	55
無処置区 中心部	60.2	31	610

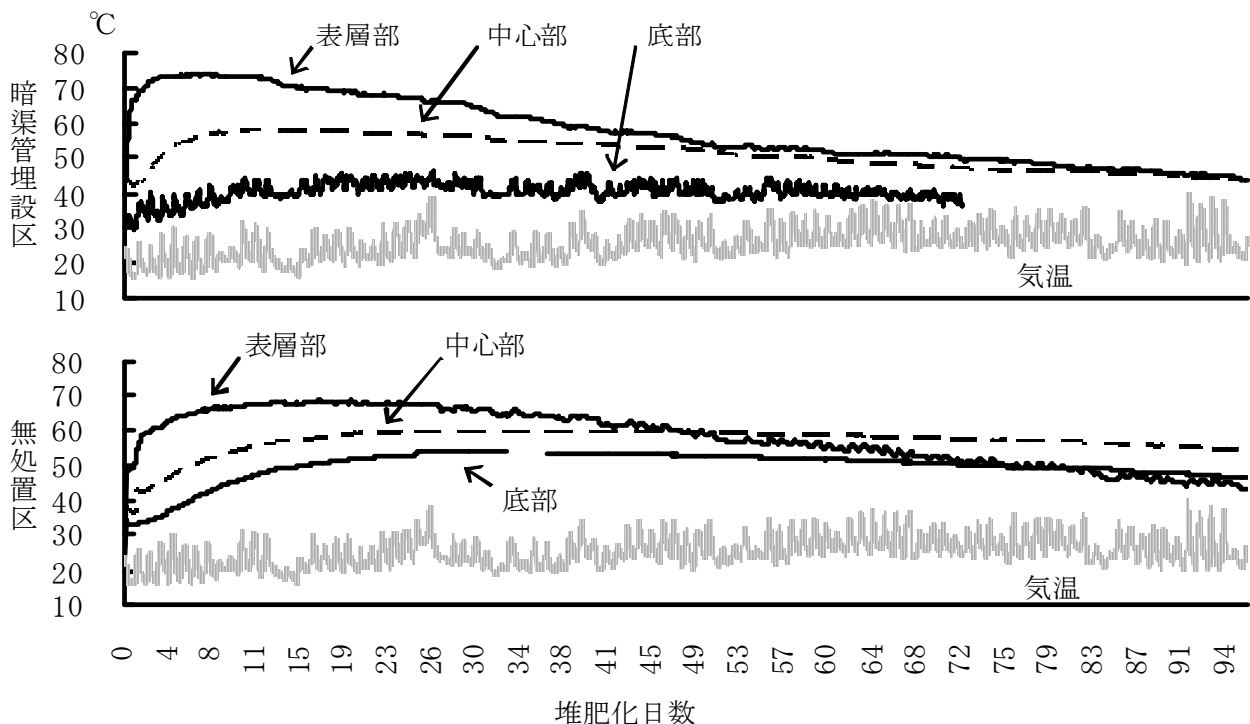


図1 堆積物の温度推移（上段；暗渠管理設区、下段；無処置区）

暗渠管理設区では、底部の温度は気温と同様な変動がみられたが、無処置区では変動はみられなかった（図1）。底部の温度について、1日の最高温度と最低温度の差である日較差をみると、堆肥化開始後72日間における日較差の平均±標準偏差は、暗渠管理設区では4.0±1.5度、無処置区では0.5±1.4度で、暗渠管理設区が有意に大きかった（P<0.01）。この結果は、暗渠管の埋設により堆積物中心部に外気が入り込んでいることを示している。

30分ごとに測定した堆積物温度を1週間毎に加算した累積値を表2に示した。第1週の累積値は、無処置区に比べて暗渠管理設区の方が表層部が127%、中心部が119%、大きかった。暗渠管理設区では、堆積物内部の熱は暗渠管から外部へ放散すると考えられるが、第1週と第2週の堆肥化初期において、暗渠管理設区の累積値が無処置区に比べて大きかったことから、暗渠管理設区では好気性発酵が活発に生じ、有機物分解の発熱量が無処置区より多くなったためと考えられた。

第1週から第14週までの累積値の合計は、表層部では、暗渠管理設区が149,638度、無処置区が152,086度で暗渠管理設区は無処置区の98%で両区にあまり差はみられなかった。一方、中心部では、暗渠管理設区が120,083度、無処置区が147,171度で暗渠管理設区は無処置区の82%の値であった。中心部の累積値では、第3週以

降、暗渠管理設区の方が無処置区より値が小さくなり、堆肥化時間が経つにつれて値の差が大きくなる傾向であった。これは、暗渠管理設区では暗渠管を通して発酵熱が外部に放散したためと考えられた。

試験終了時における堆積物の層別の水分率を表3に示した。堆積物表面の水分率は暗渠管理設区が10.4%、無処置区が12.1%で、ともに低い値であった。これは、通気性シートから水分が蒸散したためと思われた。表面下75cmにおける堆積物の水分率は暗渠管理設区では46.6%で、無処置区の65.3%に比べてかなり低かった。

堆積物中心部に埋設された暗渠管周囲の堆積物の水分率は、暗渠管上部が15.6%、暗渠管横部が24.7%、暗渠管下部が50.6%であった。堆積物の中心部にもかかわらず、暗渠管上部では水分率が15.6%と堆積物表面と同様な低い値を示した。この結果から、暗渠管の埋設は、通気性の確保だけでなく、堆積物の水分蒸散にも効果があると考えられた。

暗渠管周囲30cm以内の堆積物を採材して混合した物の水分率は平均で40.3%であった（表4）。一方、管周囲30cm～50cmの堆積物の混合物は63.8%と高かった。この結果から、通気性確保には、暗渠管を60cmに1本程度の間隔で埋設するのがよいと思われた。

試験開始時及び終了時における堆積物の水分、有機物、灰分の割合を表5に示した。暗渠管理

表2 堆積物の温度の累積値（1週間）

堆肥化	表層部				中心部			
	暗渠管理設区 ①	無処置区 ②	差 ①-②	①/②	暗渠管理設区 ③	無処置区 ④	差 ③-④	③/④
第1週	17,028	13,378	3,650	127%	10,015	8,403	1,611	119%
第2週	17,052	15,201	1,852	112%	11,928	10,998	930	108%
第3週	15,912	15,514	398	103%	11,859	12,141	-282	98%
第4週	13,796	13,907	-111	99%	10,280	11,292	-1,012	91%
第5週	13,646	14,409	-763	95%	11,018	12,528	-1,510	88%
第6週	11,841	13,253	-1,412	89%	10,142	12,058	-1,915	84%
第7週	9,980	11,487	-1,507	87%	8,824	11,112	-2,288	79%
第8週	9,260	10,730	-1,470	86%	8,520	11,294	-2,774	75%
第9週	8,093	9,336	-1,243	87%	7,269	10,325	-3,057	70%
第10週	7,426	8,319	-893	89%	6,554	9,873	-3,319	66%
第11週	7,414	7,863	-448	94%	6,478	10,112	-3,633	64%
第12週	6,755	7,152	-397	94%	6,126	9,798	-3,673	63%
第13週	6,898	7,007	-108	98%	6,690	10,179	-3,489	66%
第14週	4,538	4,533	5	100%	4,381	7,057	-2,677	62%
計	149,638	152,086	-2,448	98%	120,083	147,171	-27,088	82%

設区では、堆肥化により有機物が 144kg 減少し、有機物分解率は 31.7%であった。一方、無処置区の有機物分解率は 11.6%と暗渠管理設区の約 1/3であった。暗渠管の埋設により通気性が改善され、好気性微生物の活発な活動が生じた結果、有機物の分解が進んだものと考えられる。

以上の結果から、切り返しをせずに通気性シートで被覆し暗渠管を埋設するだけで、安価に省力的に堆肥化できることがわかった。小規模の労力の不足している畜産農家では、暗渠管の利用により、切り返しの回数を減らしたり、間隔を伸ばすなど、堆肥化作業の省力化が図られる。また、切返しを行わない場合でも暗渠管を使えば全体として堆肥化を早く進めることができた。

使用した暗渠管は、堆肥化試験に繰り返して使用しても管のつぶれ、変形、あるいは硬化はみられず、また網目の目詰まりもなく、耐久性は優れていた。一方、この暗渠管は引っ張る力には弱く、作業時にローダーの爪で引っ張ってしまうと網目が裂けて伸びてしまった（写真 2）。実際に使用する場合は取扱に注意する必要があると考えられる。

表 3 試験終了時の層別堆積物の水分率 (%)

堆積物の層	暗渠管理設区	無処置区
表面	10.4	12.1
表面下 25cm	37.3	47.5
表面下 50cm	30.2	27.2
表面下 75cm	46.6	65.3
表面下 100cm	77.6	69.6
平均	40.4	44.3

表 4 暗渠管周囲の堆積物の水分、有機物、灰分 (%)

採材位置	検体	水分	有機物	灰分
管の周囲	1	42.2	45.4	12.4
	2	36.9	50.6	12.6
	3	41.9	48.3	9.8
30cm	平均	40.3	48.1	11.6
管の周囲	1	59.3	33.5	7.2
	2	66.2	26.3	7.5
	3	65.9	23.5	10.6
50cm	平均	63.8	27.8	8.4

表 5 堆積物の水分、有機物、灰分 (%)

	全体	水分	有機物	灰分	
暗渠管理設区	開始時	1,844kg	1,208kg 65.5%	453kg 24.6%	183kg 9.9%
	終了時	826kg	334kg 40.4%	309kg 37.4%	183kg 22.2%
	減少率	55.2%	72.3%	31.7%	0.0%
無処置区	開始時	1,820kg	1,156kg 63.5%	438kg 24.1%	227kg 12.4%
	終了時	1,103kg	489kg 44.3%	387kg 35.1%	227kg 20.5%
	減少率	39.4%	57.7%	11.6%	0.0%



写真 2 網目が裂け伸びた暗渠管

#### 引用文献

- 1) 開発された簡易低コスト家畜排せつ物処理施設報告書。(財)畜産環境整備機構, 2005.
- 2) 家畜ふん尿処理方法の例と各種アイデア. 神奈川県環境農政部畜産課, 2002
- 3) 齋藤直美・田邊眞・川村英輔・青木稔. 遮水シートと土壤硬化材を用いた堆肥盤に関する試験. 神奈川県畜産技術センター研究報告, 第 1 号: 51-55. 2007
- 4) 杉本清美・大泉長治・佐二木茂明. 簡易土間工法堆肥舎の建設並びにエアコンプレッサーとパイプを利用した通気式堆肥化処理. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, 第 7 号: 59-64. 2007.
- 5) 小森谷博・崎尾さやか・宇田川浩一・松本竹男・小滝正勝. 透湿不透水シートを用いた簡易堆肥化技術(乳用牛ふん). 埼玉県農林総合研究センター研究報告, 第 4 号: 105-109. 2005.
- 6) 北條亨・神辺佳弘・脇坂浩. 家畜排せつ物の簡易堆肥化保管技術の確立. 栃木県畜産試験場研究報告, 第 21 号: 15-23. 2005.
- 7) 高橋朋子・山田正幸・鈴木睦美・浦野義雄. 防水シートを用いた家畜ふんの簡易堆肥化法. 群馬県畜産試験場研究報告, 第 9 号: 89-95. 2002.
- 8) 堆肥等有機物分析法. (財)日本土壌協会, 2000.

