

## 遮水シートと土壤硬化材を用いた堆肥盤に関する試験

齋藤直美<sup>1</sup>・田邊眞・川村英輔・青木稔<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>神奈川県畜産課、<sup>2</sup>神奈川県東部家保)

### Studies on Compost barn using Waterproofing Sheet and Soil Stabilizing Cement

Naomi SAITO, Makoto TANABE, Eisuke KAWAMURA and Minoru AOKI

畜産農家が自家施工可能で設置しやすく、簡易で安価な家畜ふん堆肥化処理施設として、遮水シートと土壤硬化材を用いた堆肥盤の施工技術、作業性、耐久性及び費用を検討した。堆肥盤は、縦 5m、横 18m で、重機での堆肥の切り返し作業を想定して、埋設した遮水シート上に厚さ 30cm に覆土し土壤硬化材で固めた。施工には、作業員最大 4 名で 4 日間、19 時間 25 分かかった。

土壌 1m<sup>3</sup> に対して土壤硬化材を 222kg 混合したところ、堆肥盤は堆肥化作業に十分耐えうる硬度となった。施工時に表面を平らにするのが難しく、堆肥盤の表面は多少凸凹となったため、コンクリート堆肥盤に比べて作業性は劣った。約 3 年間堆肥化作業に使用したところ、堆肥盤中央部にひびが入ることはなかったが、縁の部分は一部欠けた。設置及び撤去費用は、コンクリート堆肥盤に比べ安価であった。

キーワード：家畜ふん、堆肥化、堆肥盤、遮水シート、土壤硬化材

1999 年、家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（家畜排せつ物法）が施行され、ふん尿の処理・保管施設は「床を不浸透性材料で築造し、適当な覆い及び側壁を有するもの」という管理基準が定められた。畜産農家は、この管理基準に適合した処理・保管施設を整備することとなったが、新たな施設整備は経営にかなりの負担をかける。そこで、畜産農家が取り組みやすい、簡易で低コストな処理・保管施設の必要性が検討され、事例報告<sup>1)2)</sup>や技術開発<sup>3)</sup>が行われた。

神奈川県でも、2001 年度、県内の畜産関係機関及び団体の職員を構成員とする神奈川県畜産経営環境保全総合対策協議会において、低コストで簡易な堆肥化施設の検討を行い、その成果として「家畜ふん尿処理方法の例と各種アイデア」<sup>4)</sup>を 2002 年 12 月に発行した。その事例の中で、遮水シートと土壤硬化材を利用した堆肥盤（簡易堆肥盤）の実証展示の要望が高かった。

そこで、本試験ではこの簡易堆肥盤を設置し、その施工技術、作業性、耐久性及び費用を検討した。

### 材料及び方法

#### 1. 簡易堆肥盤

簡易堆肥盤は、当センター内に 2003 年 6 月に設置した。縦 5m、横 18m で、遮水シートの上に土壤硬化材で硬化させた土壌を 30cm の厚さに固めた（図 1）。

簡易堆肥盤を設置する際に用いた資材は表 1 に、工事の際に使用した重機類は表 2 に示した。遮水シートは防水性、強度に優れた産業廃棄物処分場で使用されている防水シート（太陽興業（株）製）を使用し、土壤硬化材はセメント系固化材（宇部三菱セメント（株）製）を使用した。なお、施工は業者に依頼した。

#### 2. 試験方法

この簡易堆肥盤で堆肥化を行い、作業性と耐久性を検討した（写真 1）。堆肥化は、牛ふんを戻し堆肥で水分約 68% に調整し、約 2t をひと山として 2003～2005 年度に延べ 11 山の堆肥化を行った。堆積物は通気性の遮水シートで覆った。堆肥化期間は 1 回 2～6 ヶ月で、おおむね 1 ヶ月に 1 回切り返しを行った。ふんの堆積、切り返し、運び出しな

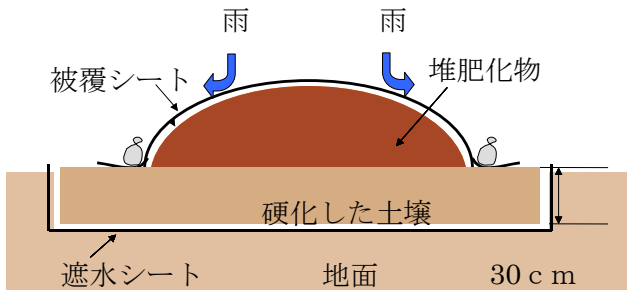


図1 堆肥盤の構造（断面）



写真1 簡易堆肥盤での堆肥化の様子

ど堆肥化の作業はバケットローダー及び2tトラックを使用した。

費用計算では、設置費用は資材費と施工費を算出し、撤去費用は設置業者からデータ提供を受け試算した。

### 結果及び考察

#### 1. 土壌硬化材の添加割合

当初、土壌に対する土壌硬化材の混合割合は、メーカー推奨値である土壌 1m<sup>3</sup> に対して 74kg (7.4%) とした。設置工事では、土壌 27m<sup>3</sup> に対して土壌硬化材を 2t (7.4%) に添加したところ、バケットローダーで掘ると簡単に掘れてしまい、堆肥盤としての十分な硬度が得られなかった。

そこで、施工場所の土を使用して、土壌硬化材を土壌 1m<sup>3</sup> に対して 70kg (7.0%)、100kg (10.0%)、152kg (15.2%)、301kg (30.1%) の割合になるよう混合した土壌約 300g を硬化させ、その硬度を調査した (写真2)。その結果、混合割合が 30.1% で十分な硬度が得られた。

そこで、再度、土壌と土壌硬化材の混合を行った。すでに埋設したシートの破損を防ぐため、施工は土壌上に土壌硬化材を散布し、トラクターのロータリーで表面から 15cm の深さを攪拌する方法で行った。土壌硬化材は、堆肥盤の表面から 15cm までの土壌 13.5m<sup>3</sup> に対して 4t (29.6%) 混合した。

表1 堆肥盤施工に使用した材料

資材名	材質	規格	単価
遮水シート	塩化ビニル	2m×20m/本 厚さ 1mm	30,000 円/本
接着テープ	ブチルテープ	15m/巻	5,150 円/巻
土壌硬化材	セメント系 固化剤	1t/袋	12,500 円/t

※土壌硬化材の規格には他にも 25kg (紙袋)、バラ (タンクローリー) がある。

表2 堆肥盤施工に使用した重機類

重機	仕様
バックホウ	自重 4t バケット容積 0.2m <sup>3</sup> 28 馬力
バケットローダー	バケット容積 0.22m <sup>3</sup>
ローラー	自重 500kg
トラクター	80 馬力



写真2 土壌と土壌硬化材の混合試験  
土壌硬化材の混合割合；左から  
7.0%、10.0%、15.2%、30.1%

その結果、土壌は重機の使用に十分耐えられる硬度となり、堆肥盤の機能を果たすことができた。

畜産農家が簡易堆肥盤を設置する場合、有機質の多いほ場や畑などに設置すると考えられる。従来のセメントや石灰の土壌改良材では高含水比粘性土や高有機質土は固化しにくいことから<sup>5)</sup>、今回、セメント系固化材を使用した。土壌硬化材は、施工場所の土壌の質や目的とする硬度により混合割合は変わってくる。施工するにあたっては、あらかじめ施工場所の土壌を用いて予備調査を行い、混合割合を決定する必要がある。

#### 2. 設置工事

設置工事に要した時間、労働人数、使用重機を表3に示した。1日目、2日目、4日目は施工業者3～4人で1日あたり4時間～7時間35分作業し、3日目は当センター職員1人が30分作業した。設置には、作業員最大4名、4日間で合計19時間25分、延べ68.5時間/人を要した。

土壌と土壌硬化材の混合方法は、最初、バックホウで混合したが、土壌硬化材が土壌と均一に混合されなかったことから、混合方法をトラクターロータリーによる方法に変えた。その結果、再工事では、土壌硬化材を均一に混合することができた。また、設置工事では、2tの土壌硬化材をバックホウで混合するのに2時間45分かかったが、再

工事では4tの土壌硬化材をトラクターロータリーにより30分で混合することができ省力的であった。簡易堆肥盤の表面は、ローラーによる転圧する転圧で仕上げたが、表面を平らに仕上げるのが困難であった。

## 2. 簡易堆肥盤での作業性

簡易堆肥盤は、表面がやや波状に凹凸ができてしまったため、表面のくぼみに雨水が溜まり堆肥に吸収されてしまった。雨水侵入対策として、被覆シートを堆肥盤より広く覆う、堆肥盤の周辺を土盛りするなどの対策が必要である。

表面の凹凸により簡易堆肥盤でのバケットローダーによる堆肥の切り返し作業は、コンクリート

表3 設置工事に要した時間、労働人数、使用機械

	作業時間	人数	使用機械	作業内容	
一 日 目	20分	2	バックホウ バケットローダー	①位置決め、水平取り	②
	5時間	4	バックホウ バケットローダー	②穴を掘る	
	2時間	3	バックホウ バケットローダー	③埋め戻す土を一定量づつ(3m <sup>3</sup> )の山にする	
二 日 目	50分	4	—	④掘った穴の底に遮水シートを敷き、10cm重ねて張り合わせる	④
	2時間 45分	4	バックホウ バケットローダー	⑤バックホウで土に硬化材を混合しながら、バケットローダーで穴を埋めていく	④
	4時間	4	バックホウ	⑥バックホウとバケットローダーで土と硬化材を混合したものを埋め戻しながらローラーで転圧する	⑤
			バケットローダー ローラー		
土壌硬化材の添加量が不十分であったため、以下の工程を追加した					
三 日 目	30分	1	トラクター ロータリー	⑦15cmほど耕す	⑧
四 日 目	1時間 10分	3	バックホウ	⑧硬化材を投入する	
	30分	1	トラクター ロータリー	⑨トラクターのロータリーで混合する	⑨
	2時間 20分	3	ローラー	⑩ローラーをかけ転圧する	
合計		19時間25分			

堆肥盤に比べると手間がかかり作業性は悪かった。  
 なお、簡易なよう壁等を設置することで、切り返し等の作業性が向上すると思われた。

### 3. 耐久性

簡易堆肥盤の硬度は十分で、堆肥化作業で堆肥盤の中央部にひびが入ることはなかった。通常の堆肥化作業を行えば、簡易堆肥盤は4~5年間程度の使用には耐えると考えられた。

一方、簡易堆肥盤縁の土壌との境目の部分は、バケットローダーが回転する時に強い力がかかり欠けてしまった(写真3)。堆肥盤の縁の欠けを防ぐには、堆肥盤の面積を広くし縁でバケットローダー等が回転しないようにする、縁に木枠などを取り付けるなどが考えられる。



写真3 簡易堆肥盤の縁部分の欠け

### 4. 費用

簡易堆肥盤を設置した際の資材費等を表4に示した。今回設置した簡易堆肥盤の単価は、1m<sup>2</sup>あたり2,005円(税別)であった。これは当センターで自家施工したコンクリート堆肥盤の資材費1m<sup>2</sup>あたりの単価2,257円と比較すると88.8%であった(表6)。

しかし、畜産農家がコンクリート堆肥盤を自家コンクリート堆肥盤設置を業者委託した場合、材工込み費用のm<sup>2</sup>単価は7,240円であった。簡易堆肥盤を自家施工する場合、コンクリート式堆肥盤施工を業者委託するよりも、設置費用は27.7%に抑えられる。簡易堆肥盤の施工を業者委託した場合、単価は1m<sup>2</sup>あたり4,782円で、コンクリート式堆肥盤施工を業者委託する場合に比べ、66.1%であった。

表5に、当センターで設置した簡易堆肥盤と同じ規模のものを撤去すると想定して費用を試算した結果を示した。撤去費用は、1m<sup>2</sup>あたり7,017円(税別)であった。作業代は、硬化した土壌を砕いて取り除き、土壌を埋める作業にかかる費用で、処理料は、砕いた硬化した土壌を、廃棄物処

理業者が廃棄物として引き取る料金で、処理場までの運賃も含まれている。コンクリート堆肥盤の撤去費用は1m<sup>2</sup>あたり8,750円(税別)で、簡易堆肥盤の撤去費用はコンクリート堆肥盤に比べて80.2%であった。

今回設置した簡易堆肥盤は、バケットローダーでの切り返しを可能にするために、土壌硬化材の混合割合を増やし、堆肥盤の硬度を高めた。その結果、バケットローダーでの作業に充分耐えうる硬度となったが、砕いても粉々にならず、土には戻らないことがわかった。また、撤去費用には硬化した土壌を処理する費用が必要であることもわかった。

簡易堆肥盤は、コンクリート堆肥盤ほど硬度が高くないため、バックホウで撤去が可能であると考えられる。農家がバックホウなどの重機類を使用し、簡易堆肥盤の自家施工及び撤去が可能であればさらにコストが低減できると考える。

表4 設置費用の内訳(税別)

項目	価格
資材 遮水シート3本(56.4m)	90,000円
接着テープ3巻(37.6m)	15,450円
土壌硬化材6t	75,000円
施工	249,930円
合計 資材費のみ	180,450円
	2,005円/m <sup>2</sup>
資材+施工*	430,380円
	4,782円/m <sup>2</sup>

\*)家畜ふん尿処理方法の例と各種アイデアより

表5 簡易堆肥盤撤去に要する費用(税別)

項目	単価	数量	価格
処理料	13,000円/m <sup>3</sup>	27m <sup>3</sup>	351,000円
作業代	3,500円/m <sup>3</sup>	27m <sup>3</sup>	94,500円
遮水シート	24,000円	1式	24,000円
処理代			
埋め立て用	6,000円/m <sup>3</sup>	27m <sup>3</sup>	162,000円
赤土代			
合計			631,500円
			7,017円/m <sup>2</sup>

注) 廃棄物としての処理料、運賃込み  
 労賃(3人)、重機類

表6 設置及び撤去費用の比較（税別）

	資材名	簡易堆肥盤	コンクリート 堆肥盤
設置	資材費のみ	2,005 円	2,257 円
	資材+施工	4,782 円*	7,240 円
撤去		7,017 円	8,750 円
合計	資材費のみ	9,022 円	11,007 円
	資材+施工	11,799 円	15,990 円

\*)家畜ふん尿処理方法の例と各種アイデアより

#### 引用文献

- 1) 須藤純一・三上隆弘. 畜産環境対策大辞典第2版. (社)農山漁村文化協会編, 217~226. 2004.
- 2) シート等を利用した簡易ふん尿処理施設の事例集. 畜産環境整備機構, 2003.
- 3) 開発された簡易低コスト家畜排せつ物処理施設報告書. 畜産環境整備機構, 2005.
- 4) 家畜ふん尿処理方法の例と各種アイデア. 神奈川県畜産課, 2002.
- 5) 地盤改良マニュアル第3版. (社)セメント協会, 2003.