

## 通気性防水シートによる堆肥の簡易保管

杉本清美・大泉長治・佐二木茂明\*

The Simple Storage with a Waterproof and Aeration-Type Sheet for Compost

Kiyomi SUGIMOTO, Choji OIZUMI and Shigeaki SAJIKI \*

### 要 約

ポリエチレン製、ポリプロピレン製、ポリエステル製及び生分解性プラスチック製の堆肥用被覆シートを用いて家畜ふん及び堆肥製品を被覆し、被覆資材別堆肥化状況及び保管状態を調査したところ、各シートで通気性を確認し、堆肥化が進行した。通気性の優れたシートは、堆肥製品の保管だけでなく、水分調整したふんの堆肥化処理にも利用可能であった。しかし、防水性を謳ったシートの中には、防水性が劣り雨水が浸透するものがあった。

### 緒 言

家畜排せつ物法の制定により素堀・野積みが禁止され、家畜排せつ物の処理施設の整備及び適切な処理・利用技術の普及定着が求められているが、畜産農家からは簡易で低コストな処理方法が要望されている。また、貯留施設があっても堆肥の不需用期などに流通が順調でないと堆肥が滞留してしまい現状の施設だけで対応できない場合などがある。

そこで、有機質資源として堆肥の有効利用を促進し、低コストで効率的な家畜排せつ物処理技術の確立を図るため、堆肥製品の一時的な貯留方法として、被覆シートを利用した簡易な保管方法を検討した。

### 材料及び方法

#### 1. 試験方法

当センター敷地内（屋外）に、3.0 m×3.0 mの区画にポリ塩化ビニル製の遮水シートを敷き、周辺からの雨水の浸入を防ぐため周囲を高さ30 cmの土手で囲んだ。遮水シートの上に試験材料（堆肥製品及び乳牛ふん）を堆積し、上から防水性があるとされる被覆シートで覆いシート端の周囲を土嚢で固定した。試験区は無被覆の対照区A区及び各種被覆シートB～E区の5区とした。月1回、試験材料の切返し及びサンプリングを行い、被覆資材別の堆肥化状況及び保管状態を

調査した。なお、床面の傾斜最下部に堆肥から排出される排汁を捕集する枡を設置した。無被覆区は降雨により排汁が多量に排出されると予想されたため、枡に水中ポンプを設置して排汁をくみ上げた。

#### 2. 試験期間及び供試材料

シートの防水性を見るため、第1期試験として2002年7月～11月に初期発酵を終了した含水率72%の牛ふん堆肥（副資材オガクズ）に対してシートを被覆し、堆肥製品の保管試験を行い、5ヵ月間保管状態を調査した。試験開始当初の牛ふん堆肥は、各区3.0 t約4 m<sup>3</sup>を堆積した。

シートの防水性とともに通気性を見るため、第2期試験として2003年4月～11月に乾燥ハウスで含水率を60～62%に調整した牛ふん（副資材なし）に対してシートを被覆し、牛ふんの堆肥化試験を8ヵ月間行った。試験開始当初の牛ふん堆肥は、各区3.0 t約4 m<sup>3</sup>を堆積した。

被覆資材及び試験区分は表1のとおりで、各シートは5.0 m×5.0 mの大きさである。

メーカー資料によると、E区の生分解性シートで通気性がない以外は、みな通気性があり、かつ、防水性もあるとされていた。また、シートの厚さや成型法などそれぞれ性状が異なっており、単純に素材の質で通気性・防水性の比較はできなかった。

#### 3. 調査項目

堆肥試料及び排汁について重量等を測定し、その水分、灰分、有機物、窒素、リン酸、カリ、腐熟度等成分を「堆肥等有機物分析法」<sup>1)</sup>及び富栄養計（セントラル科学社製）で分析した。また、被覆資材については、耐久性を目視で観察した。堆肥試料の品温は、堆

平成19年8月31日受付

\* 元千葉県畜産総合研究センター

表1 試験区分

試験区	A区	B区	C区	D区	E区(第1期のみ)
被覆シート素材	被覆なし(対照区)	ポリエチレン製	ポリプロピレン製	ポリエステル製	生分解性プラスチック製
色	-	白	黒	黒	白
通気性	-	有	有	有	無
防水性	-	有	有	有	有
シート接合	-	超音波	縫合	縫合	縫合
価格(円/m <sup>2</sup> )	-	740	340	340	商品化未定

注：価格は2004年試験当時で、予定を含む。

積中央部において測定した。気温及び降水量については、当センター観測値を用いた。

始時期が約半月遅れたためA区とともに終了時期を延期した。

堆肥化の温度推移は図1のとおりで、堆肥の品温が高めに推移したのはB区で、表面は乾燥気味に推移した。

結果及び考察

1. 堆肥製品の保管試験(第1期)

第1期試験として、シートの防水性を見るため堆肥製品の保管状態を5ヵ月間調査した。なお、D区は開

堆肥の重量及び成分の推移は図2、表2及び表3のとおりであった。無被覆のA区は、降雨の影響により重量、含水率、品温の低下と排汁の増加が見られた。

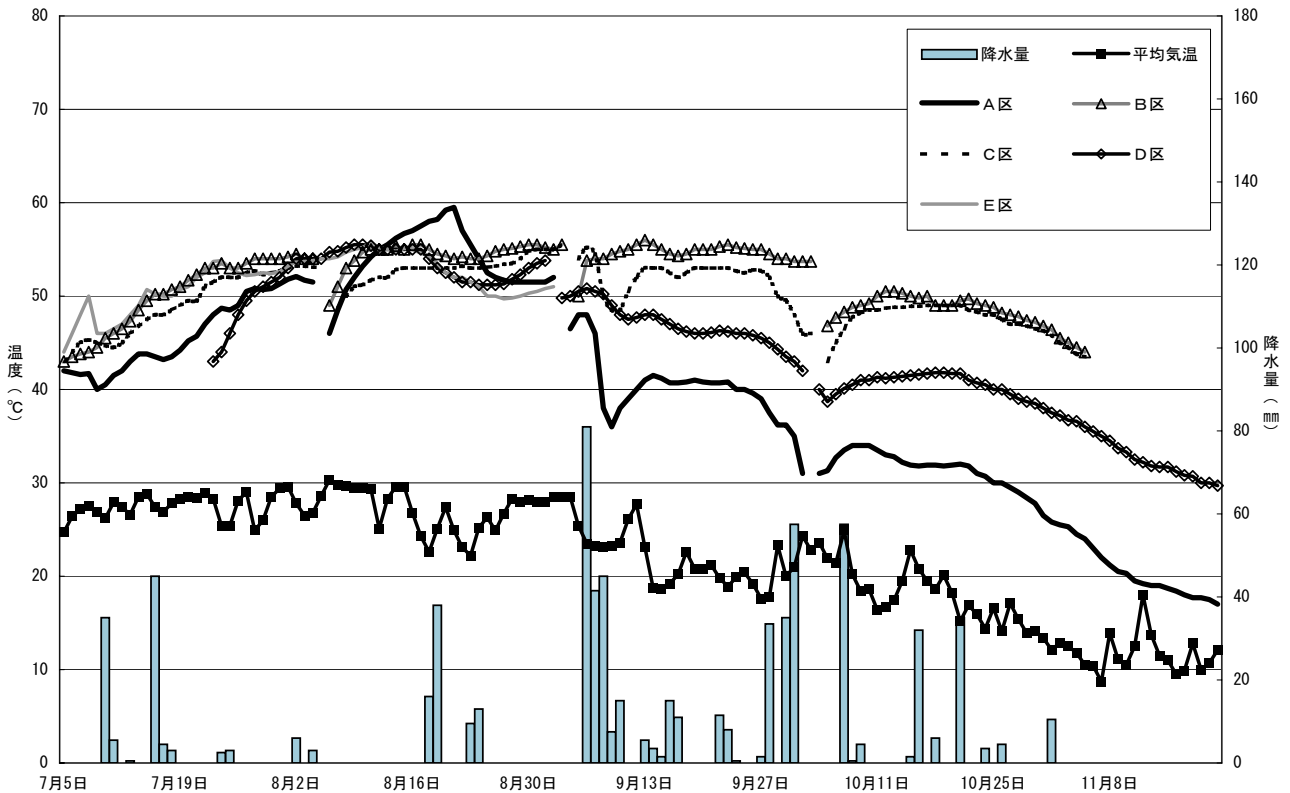


図1 堆肥化の温度推移(第1期)

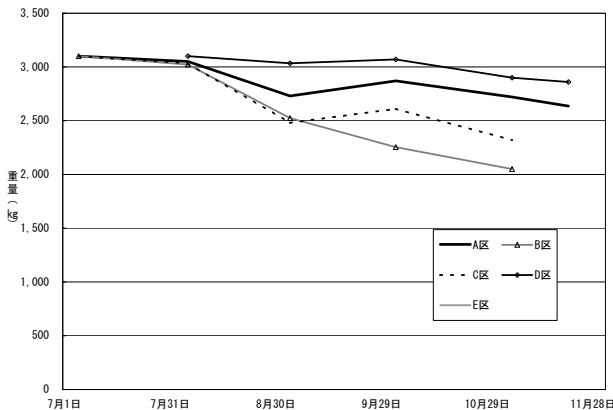


図2 堆肥重量の推移(第1期)

C区とD区は降雨後に品温の低下と排汁の増加があり雨が浸透していると推測された。特にD区の堆肥重量は終了時A区より重かった。C区とD区は、堆肥中の含水率の増加も見られたがB区は増加せず、有機物分は各区とも減少した。乾物中の肥料成分について、窒素は各区増加傾向にあり、リン酸とカリも増加傾向にあったものの、A区やC区とD区で減少している時もあった。

腐熟度に関しては、コマツナの発芽率で、堆積開始時にほぼ90%で試験開始当初からある程度腐熟しており、試験終了時には全区100%であった。

試験期間中の排汁量は図3及び表4のとおりで、累

杉本ら：通気性防水シートによる堆肥の簡易保管

表2 堆肥成分の推移（第1期中央部・%）

項目	試験区	7月	8月	9月	10月	11月
含水率	A区	71.2	72.0	73.6	75.2	75.3
	B区	74.0	69.9	67.3	66.2	67.4
	C区	72.9	69.7	66.6	71.7	70.6
	D区		68.0	73.8	75.9	75.5
	E区	72.9		73.9		
灰分	A区	9.5	8.4	9.3	10.3	10.0
	B区	8.3	10.4	12.7	14.1	13.5
	C区	9.4	9.9	13.4	11.2	12.0
	D区		14.3	8.1	8.5	10.2
	E区	8.0		10.2		
有機物 (乾)	A区	67.0	69.9	65.0	59.1	59.4
	B区	68.2	65.7	61.2	58.4	58.5
	C区	65.5	67.5	59.9	60.6	59.2
	D区		67.2	65.5	64.8	58.5
	E区	70.4		60.9		

表3 肥料成分の推移（第1期中央部・乾物中%）

項目	試験区	7月	8月	9月	10月	11月
窒素	A区	1.5	1.7	1.8	2.0	1.9
	B区	1.5	1.8	1.8	1.9	2.0
	C区	1.6	1.8	1.5	1.8	2.0
	D区		1.6	2.0	1.8	2.0
	E区	1.7		1.8		
リン酸	A区	2.4	2.3	2.7	2.6	2.1
	B区	2.1	2.5	2.5	2.5	2.6
	C区	1.9	1.8	2.7	2.7	1.8
	D区		2.3	2.3	2.7	2.9
	E区	2.0		1.4		
カリ	A区	1.9	2.1	2.3	1.7	2.5
	B区	1.4	2.3	2.5	3.3	3.4
	C区	1.2	2.3	2.5	2.1	1.8
	D区		2.5	3.1	2.0	1.8
	E区	2.0		2.2		

表4 累積排汁成分量と平均濃度（第1期）

試験区	累積排汁 重量 (Kg)	排汁中重量 (g)					排汁中濃度 (回収回数平均 ppm)				
		T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	T-P	T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	T-P
A区	2,868	589	37.1	35	98.2	288	261	11	10	27	159
B区	18	29	0.1	0.2	0.3	10	708	3	6	7	284
C区	272	268	16.4	2.3	44.3	91	557	31	5	52	194
D区	250	180	11.5	3	6.7	75	428	26	7	15	167
E区	79	132	24.2	0.5	4	24	984	180	4	30	180

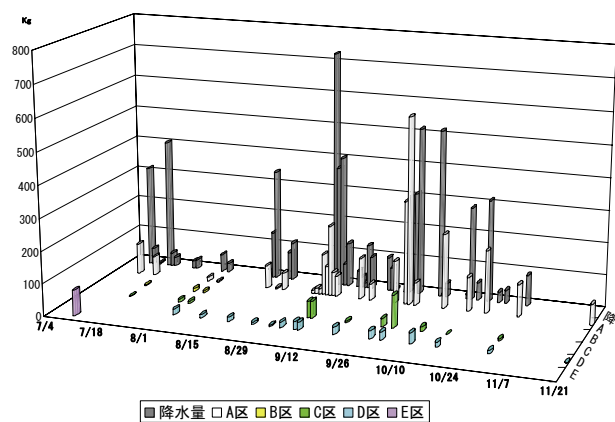


図3 排汁量の推移（第1期）

積重量は、無被覆のA区で2,868 kgになり、B区は18 kgと最も少なかった。B区は、排汁の排出が堆積後1ヵ月のみで、降雨の影響は少なかったと思われる。C区とD区は272 kg及び250 kgであり、防水性はシートBに比べシートC及びDが劣っていた。無被覆では、肥料成分の窒素とリン酸が多く排汁に排出されていた。排汁の平均濃度は数回の採材における濃度の平均値で示したが、B区やE区は採材回数が少ないため濃い排汁が採取された。

E区は、堆積後1週間で部分的な破損が多く見られ、2ヵ月で堆肥を被覆できなくなったため、試験を中止した。

シートの破損は、シートCとシートDで縫製部分が

らのほつれと破損が多く見られた。また、全区シートで裏側の層から擦れて破れてきた。シートDでは、8月中旬から11月の試験終了まで内側に結露が観察された。

2. 牛ふんの堆肥化試験（第2期）

シートの防水性とともに通気性を見るため、乾燥ハウスで含水率を60～62%に調整した牛ふんにシートを被覆し保管状態を調査した。切り返しは4月から8月まで1ヵ月に1度行い、以降は終了時まで3ヵ月間そのまま堆積した。なお、シートCは改良版が市販されたため新しいシートを使用し、他のシートは第1期で5ヵ月間使用したシートをほつれや破損を補修し継続して用いた。

堆積直後、堆肥品温が高温に保たれたのはC区で、発熱により水分蒸発が活発であった。B区とC区の表面は乾燥気味に推移し、後半は発酵が抑制されていた。また、全区で、8月中旬の台風により雨水が下部から浸入し品温が一旦低下しその後上昇した（図4）。

堆肥の重量及び成分の推移は図5、表5及び表6のとおりであった。無被覆のA区は8月から重量が増加し終了時には2.5 tになり、含水率は堆積当初より高い73%となった。試験終了時には、A区の表面は乾いた感じであったが、少し掘り返した部分の含水率は70%以上であり、特に下層部は、含水率は中央部と同じ72%であったものの圧密で黒くべたべたした感じに

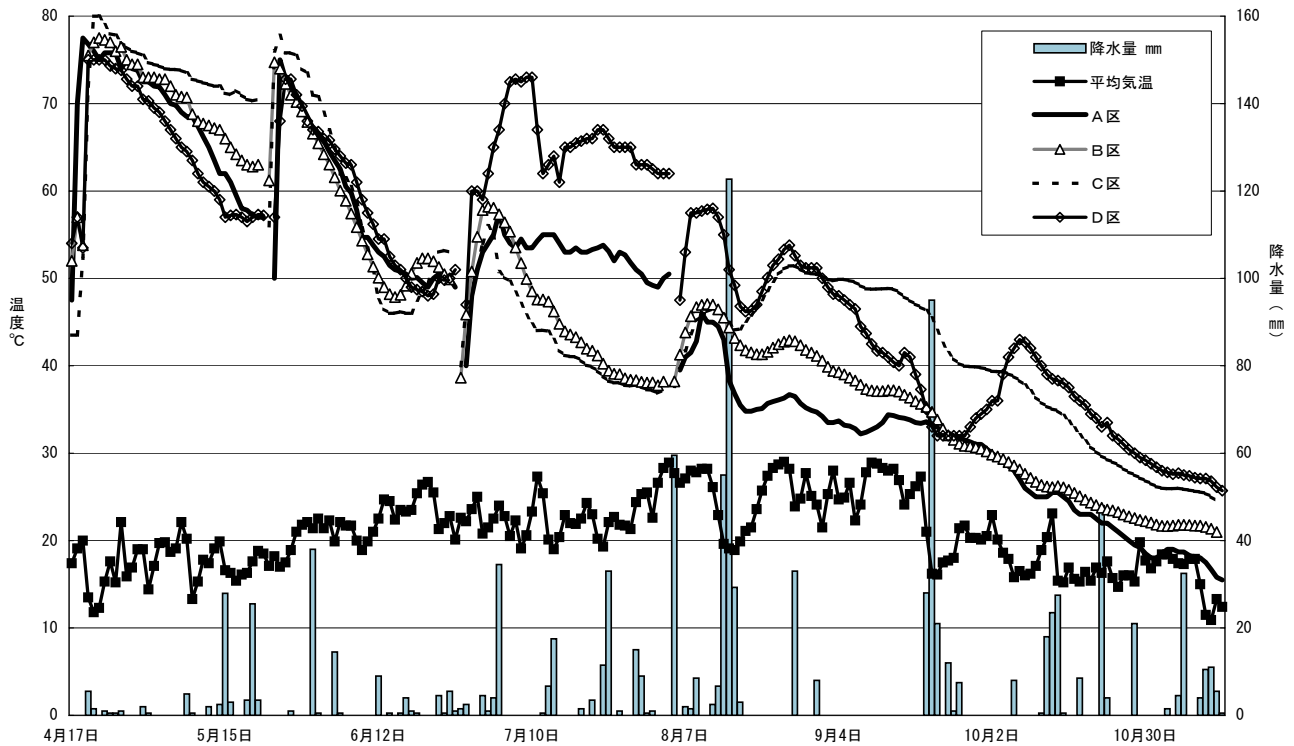


図4 堆肥化の温度推移(第2期)

なっていた。A区以外のB、C、Dの3区は8月まで重量が低下し、発酵による水分蒸発がシートを通して行われたと推測できた。しかし、8月中旬の台風により堆積下部から雨水が浸入し下層部の含水率が高く保たれ、終了時には含水率が上昇しており重量は1.6～1.9tになった。終了時のB区とC区の堆肥は、表面が含水率30%程度に乾燥していたが、D区の堆肥は全体的に湿っていた。堆積後のシートDの表面に塩類かと思われる白いシミが現れた。このシミは、その後の降雨によりなくなった。

堆肥成分は、表6のとおり経時的に全区が増加傾向にあったが、A区とD区のカリが減少気味であり、これは排汁への流出と考えられた。

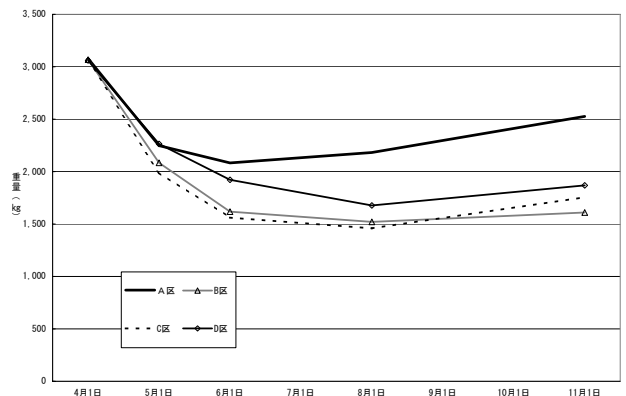


図5 堆肥重量の推移(第2期)

表5 堆肥成分の推移(第2期中央部・%)

項目	試験区	4月	5月	6月	8月	11月
含水率	A区	59.9	57.6	51.5	63.8	72.5
	B区	60.3	46.2	40.9	40.2	54.7
	C区	61.5	53.3	41.2	37.9	52.9
	D区	61.7	53.2	50.2	49.6	57.0
灰分	A区	11.3	14.3	16.8	14.1	11.3
	B区	10.7	17.1	20.3	21.1	18.3
	C区	10.2	14.4	20.4	21.9	18.7
	D区	10.1	14.6	17.0	19.0	18.3
有機物(乾)	A区	71.7	66.3	65.4	61.0	58.9
	B区	73.2	68.1	65.6	64.8	59.7
	C区	73.3	69.3	65.2	64.7	60.3
	D区	73.9	68.8	65.9	62.2	57.5

表6 肥料成分の推移(第2期中央部・乾物中%)

項目	試験区	4月	5月	6月	8月	11月
窒素	A区	2.5	2.5	2.6	2.5	2.4
	B区	2.7	2.4	2.7	2.7	2.5
	C区	2.6	2.5	2.6	2.6	2.6
	D区	2.7	2.1	2.0	2.9	2.7
リン酸	A区	2.5	2.9	3.4	3.1	3.0
	B区	2.4	3.5	3.2	3.6	3.2
	C区	2.3	3.1	3.5	3.9	3.0
	D区	3.0	3.1	3.2	2.8	3.3
カリ	A区	5.1	5.6	5.9	5.5	4.3
	B区	4.3	4.8	5.0	5.2	6.6
	C区	4.5	5.0	5.3	5.9	6.6
	D区	4.2	6.0	6.7	6.2	7.7

表7 累積排汁成分量と平均濃度（第2期）

試験区	累積排汁重量 (Kg)	排汁中重量 (g)					排汁中濃度 (回収回数平均 ppm)				
		T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	T-P	T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	T-P
A区	2,659	5,162	95	22	307	1,381	722	34	4	60	249
B区	85	80	3.5	0.2	18	75	743	93	4	238	388
C区	51	27	0.4	0.1	13	7.2	655	86	2	217	400
D区	413	525	15	2.1	235	118	697	62	3	237	194

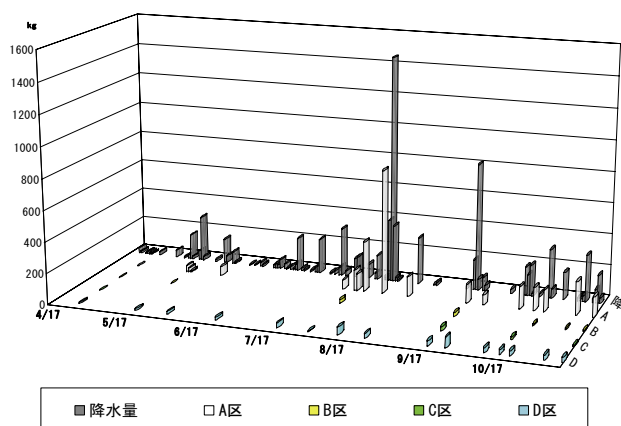


図6 排汁量の推移（第2期）

各区とも半年間の堆積で腐熟が進み、試験開始時には60%程度だったコマツナ発芽率が、試験終了時には全区で99%以上になった。

試験期間中の排汁量は図6及び表7のとおりで、無被覆のA区の試験期間中の排汁の累積重量は2,659 kgになり、降雨の影響により重量、水分及び排汁の増加が見られた。A区の排汁における堆肥からの肥料成分の流出は、窒素で5.2 kg、リン酸で1.4 kgになった。他区の排汁の累積重量は、C区が51 kgと最も少なく、次にB区が85 kgで、D区は413 kgと多かった。D区は降雨後に排汁があり雨が浸透していると推測されたが、B区とC区は、降雨の影響は少なかった。排汁量から見ても防水性についてはシートDが劣っていた。白川ら<sup>2)</sup>の報告でも、雨水の浸透が推測されるシートがあった。また、排汁の平均濃度は、累積重量の少ないB区とC区では採材回数が少ないため、排汁濃度は濃いものであった。これら排汁の量と成分を考えると、安富ら<sup>3)</sup>の報告にもあるように浸出水の流出防止が必要とされる。

シートの破損は、全区でシート裏側の層から擦れて破れてきた。これはシート端の固定が充分でなかったため、強風によるシートのゆるみが原因と思われる。堆積後の堆肥の沈下でたるみが出たり、風によって摩擦が起きるため、土のうを押さえ直したり、上に土のうを置いたり紐で押さえるなどの手入れが必要である。シートBも裏側の層から擦れて破れてきたが、接合部分のはがれはなかった。第1期のシートCは縫製部分からほつれ、雨が浸みていたが、改良版は縫製部分が強化されており、ほつれやしみこみもなかった。シートDはもろくなって破けやすくなっており、縫製

部分からもほつれた部分が多くなっていった。第1期の試験で、副資材のチップにより穴があくことがあった。また、鳥が穴をあけることもあったので、場合により防鳥網で保護することも必要であろう。

注意点として堆肥を野外に堆積する場合は、降雨により水分の増加と堆肥成分の流出が多くなり環境に負荷がかかるので、必ず防水シートで被覆することが必要である。また、シート保管の堆肥は、降雨を考慮して水の出やすい低い場所では使用せずになるべく高いところに設置するようにし、裾の周辺部からの浸水に注意し、大きさにも余裕をもって被覆する。特に、堆肥が余りやすい夏場には台風に注意が必要である。

シートは素材や成型方法や重ね合わせなど製造方法により、特徴や性能が多様であるので、採用するときは、使用している人に聞いたりメーカーに問い合わせたり情報収集すべきである。また、(財)畜産環境整備機構が出版した事例集<sup>4)</sup>に様々なシートの事例が載っているが、環境条件や使用状況によって参考耐用年数は変動すると考えた方が安全である。今回の試験では、各シートともに軽く柔らかく扱いやすいものだったが、各シートに破損が見られた。シートは劣化・破損するものと考え、長く使用するのではなく一時的に使用する方法と考えたほうが良いと思われる。

最後に、この研究に当たり試験シートの提供をいただいたN社、S社及びT社の方々に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) (財)日本土壌協会(2000) 堆肥等有機物分析法
- 2) 白川朗、藤井耕(2005) 香川県畜産試験場研究報告、第40号: 62 - 65
- 3) 安富政治、山岡俊幸(2005) 京都府畜産技術センター試験研究報告書、第2号: 92 - 95
- 4) (財)畜産環境整備機構(2003) シート等を利用した簡易ふん尿処理施設の事例集