

## 回収可能な副資材をリサイクル利用する堆肥化技術

群馬県畜産試験場 資源循環係 高橋朋子

### はじめに

乳牛ふんは水分を多く含むため、堆肥化する場合多量の水分調整資材が必要となり費用がかかります。また水分調整資材の量が多くなると、製造される堆肥量も多くなり、堆肥の保管必要容積も広がるなど、ふん処理に多額の経費がかかります。

また、オガクズなどの木質系資材を多量に使った堆肥は、炭素率が高く圃場に施用した場合窒素飢餓を起こしやすく、病気を助長するとの懸念から耕種農家が敬遠する傾向があり、堆肥の利用促進の妨げとなっています。

現在、オガクズは入手しづらく、また価格も上昇しており、水分調整資材を使わない堆肥化方法が求められています。そこで、乳牛ふんを堆肥化する場合、水分調整資材使用量をなるべく少なくする方法として、通気性を確保できる大きい資材を牛ふんと混合して堆肥化する方法及びその資材の回収利用について検討したので紹介します。

### 1 使用した資材

試験に使用した資材を、表1と写真1に示します。資材は通気性を確保できるように粒径が15mm以上の資材としました。鉱物系資材では、発泡ガラスと軽石を用い、発泡ガラスは中粒（粒径15～25mm）と大粒（粒径25～75mm）、軽石は粒径25～30mmを用いて試験を実施しました。木質系資材は30mm角の木片を用いました。

資材の吸水率は発泡ガラスが高く、次が木片であ

り、軽石は低くなっています。どの資材もオガクズと比較すると吸水率は5～10分の1と低い値です。仮比重は発泡ガラスが低く、次が木片であり、軽石が高い値となっています。



写真1 供試回収可能資材

### 2 牛ふんの堆肥化

牛ふんの堆肥化は、写真2で示した通気型堆肥舎（1区画の大きさは幅1.8m、高さ1.5m、奥行き1.5m、堆肥堆積容量2～3m<sup>3</sup>、底面より通気）で実施しました。

乳牛ふん約1m<sup>3</sup>（水分76%）にそれぞれの資材を約1m<sup>3</sup>混合し、通気型堆肥舎に堆積します。底面からふんと資材の混合物1m<sup>3</sup>当たり100ℓ/分通気を行います。堆積してから約1ヵ月後に切り返し、更に1ヵ月通気を継続しました。

堆肥化の発酵温度結果を表2に示します。オガクズを用いた堆肥では最高温度76.1℃、堆積後3週間の平均温度は61.1℃でした。資材を用いた堆肥化の発酵温

表1 供試資材の性質

資材	水分 %	吸水率 kg 水/kg 資材	粒径 mm	仮比重 kg/L
発泡ガラス(中粒)	4.7	0.81	15～25	0.18
発泡ガラス(大粒)	1.8	0.73	25～75	0.19
軽石	28.6	0.11	25～30	0.68
木片	45.4	0.30	30角	0.30
オガクズ(対照)	34.9	4.7		0.19

度の最高温度、平均温度は、木片で、66.2℃、51.1℃、軽石で62.2℃、52.3℃、発泡ガラス大粒で53.9℃、46.6℃でした。資材を用いた堆肥化では、オガクズと比較すると最高温度、平均温度ともに低くなりました。資材の最高温度、平均温度は木片>軽石>発泡ガラスの順で低くなりました。



写真2 通気型堆肥化施設

### 3 堆肥と資材の篩い分け

堆肥化が終了した堆肥は、トロンメル式篩い機（直径1 m、長さ1.45m、網目15mm）で堆肥と資材の篩い分けを行いました。（写真3）

篩い分け成績を表3に示します。オガクズを使った堆肥は、900kgの乳牛ふんから849kg、2.2m<sup>3</sup>の堆肥ができました。一方、資材を混合して堆肥化し、堆肥化終了後篩い分けをすると、960kgの乳牛ふんから、発泡ガラスでは407kg、1.1m<sup>3</sup>の堆肥ができ、軽石では430kg、1.1m<sup>3</sup>、木片509kg、1.3m<sup>3</sup>の堆肥ができました。これは、オガクズを使った堆肥の約半分の量となりました。堆肥の水分はオガクズでは47.2%、資材では58~60%となり、資材でやや高く



写真3 堆肥篩い分け作業

なりました。

回収された資材量は、発泡ガラスが270kg、1.13m<sup>3</sup>、軽石が776kg、1.14m<sup>3</sup>、木片が481kg、1.12m<sup>3</sup>となりました。回収された資材水分は、発泡ガラスが3.0%から25.5%と上昇し、木片は47.8%が54.7%とやや上昇しましたが、軽石は33.7%から34.7%とほとんど変化しませんでした。

### 4 堆肥の肥料成分

堆肥の肥料成分を表4に示します。オガクズを用いた堆肥の肥料成分は、窒素1.23%、リン酸1.25%、カリ2.64%でしたが、資材を用いた堆肥では窒素で約1.8倍、リン酸で約1.7倍、カリで約1.5倍と濃度が高くなりました。炭素率も、オガクズ堆肥の36.1に比べ、15.6~16.5と低くなります。有機物分解率も、オガクズ堆肥の25.1%に比べ、オガクズが入らず牛ふんの分解のみとなるため33.0~38.4と高くなります。このように資材を用いた堆肥は肥料価値が高く、炭素率も低く耕種農家が使いやすい堆肥となります。

### 5 堆肥篩い分けの作業性の検討

トロンメル型篩い機を用いて堆肥から資材を分離・回収する場合の1時間あたりの作業量を表5に示しました。

発泡ガラス中粒（粒径15~25mm）では、網目が15mm及び10mmで篩い分けしたところ、発泡ガラス中粒も篩い下に落ちてしまい篩い分けできませんでした。そこで、網目を5mmに細かくしてみたところ、篩い分けはできましたが作業量は1.5m<sup>3</sup>となりかなり低下してしまいました。

作業量をある程度確保しないと実用性がないので、網目15mmで篩い分けできる大きさの資材で検討したところ、発泡ガラス大粒（25~75mm）では、網目15mmで篩い分けが可能であり、作業量は5.4m<sup>3</sup>でした。木片（30mm角）及び軽石（25~35mm）についても発泡ガラス大粒と同等でした。

堆肥と資材の篩い分けの作業量は、篩の網目が5mmでは著しく劣るため、15mm以上で篩える大きさであることが望ましいことが確認できました。このため乳牛ふんと混合する資材の大きさは、粒径30mm以上が必要と考えられます。また、比重が重い軽石では

篩い機に負担がかかるため、水分吸取量が少なく、比重が増加しにくい木片や発泡ガラスのほうが混合する資材として適していると考えられます。

## 6 資材の再利用性の検討

軽石、木片、発泡ガラス（中粒）について2～3回再利用し、発酵温度を調査しました。乳牛ふんと資材は容積1：1で混合し、混合物1m<sup>3</sup>当たり100ℓ／分の通気を行いました。

資材を繰り返し使用した場合の発酵温度を表6に示します。

使用した軽石水分は1回目よりも2、3回目のほうがやや高い値でしたが、最高温度は53.9℃が60.5℃、62.6℃となり、平均温度も45.6℃が51.2℃、55.1℃と高くなりました。

木片も水分は1回目よりも2回目がやや高かったのですが、最高温度は43.9℃が66.3℃、平均温度も40.2℃が50.8℃と2回目が高くなりました。発泡ガラス中粒では、資材水分が1回目1.8%に対し2回目19.7%とかなり高くなりましたが、最高温度は58.8℃が70.5℃、平均温度も53.1℃が56.1℃と2回目が高くなりました。

この結果から、再利用する資材は水分が高くなって、30mm程度の資材を使うことで通気を確保でき、堆肥化が進むことが確認できました。

## 7 乳牛ふんと資材（発泡ガラス大粒）の混合割合と通気量の検討

混合する資材量をどこまで少なくできるか発泡ガラス大粒を用いた結果を図1に示します。

乳牛ふんと資材の混合割合が3：2では最高温度48.0℃、平均温度42.2℃、2：1では最高温度40.0℃、平均温度38.5℃となり、1：1と比べ低くなり十分な発酵温度が得られませんでした。（図1）。そのため、通気型堆肥舎において、乳牛ふんの堆肥化を行う場合、乳牛ふんと資材の混合割合は、1：1が最適であると考えられます。

牛ふんと発泡ガラスを1：1で混合した場合の適正な通気量を検討しました。

混合物1m<sup>3</sup>当たり通気量を50ℓ／分とした場合、最高温度71.0℃、平均温度50.0℃で、100ℓ／分の

53.9℃、46.6℃よりも最高温度、平均温度ともに高くなり、50ℓ／分のほうが良い結果となりました。今回用いた資材は粒径15mm以上と大きかったため、通気量が100ℓ／分のように多いとショートパスが起きやすく、早期の温度低下を招いていると推測されました。ショートパスは、特に発酵槽の壁面近くで起きやすいため注意が必要です。また、水分85%以上の乳牛ふんでは、資材だけを混合した場合、堆積させることが困難であり、ある程度のオガクズ等水分調整資材の追加が必要でした。

## まとめ

本多ら<sup>1)</sup>の試験では、乳牛ふんの水分が多いこと、分解される有機物の少ないことにより、資材の使用回数が増加するたびに水分が上昇し、牛ふんの発酵が困難になるとの報告があります。しかし、今回の試験では、資材の再利用を重ねることにより、発酵温度が高くなる傾向を示しました。これは、初回の使用では資材に角があり、底面からの通気でショートパスが起きやすく、発酵温度が上がりませんでした。しかし、使用を重ねるごとに資材の角がとれ丸みを帯びてきたため、ショートパスが起こりにくくなったこと及び、回収された資材に堆肥が付着していたため堆肥化に要する微生物の供給により、発酵温度が高くなったと推測されます。

資材の使用量がどのくらい減少するかを乳牛40頭飼養農家において算出してみました。通気型堆肥舎で牛ふんと資材を混合し2ヵ月間堆肥化した場合に、5年間に必要なオガクズ及び資材量を算出しました。その結果、1日の必要量はオガクズ、資材どちらも1.5m<sup>3</sup>ですが、オガクズは毎日必要になりますので1.5m<sup>3</sup>×365日×5年で2,750m<sup>3</sup>です。一方、資材は1年目は100日分必要として1.5m<sup>3</sup>×100日で150m<sup>3</sup>となり、1年間に2割減少する分を補うと5年間に必要な資材量は270m<sup>3</sup>となり、オガクズ必要量の10分の1となります。

以上のことより、通気型堆肥舎において、乳牛ふんの堆肥化を行う場合、混合物の通気を確保し、良好な堆肥化ができる資材の大きさは、資材の篩い分けを考慮すると30mm以上が適当と考えられます。回収された資材についても、初回使用時より水分は増加しますが、乾燥せずに再利用が可能であることが確認できま

# 畜産環境技術情報

した。また、資材を用いた乳牛ふんの堆肥化では、篩い機が必要になり、2週間に1回の篩い分け作業が増えるデメリットはありますが、水分調整資材量の減量による資材費の削減、堆肥保管場所の減少等生産コストの低減が可能となります。また、生産される堆肥は肥料成分が高く、木質系資材が入らず炭

素率が低く耕種農家の使いやすい良質堆肥となるため、耕畜連携の促進に貢献できると考えられます。

## 引用文献

<sup>1)</sup> 本多勝男ら, 1990. 資材回収・再利用方式による家畜ふんの堆肥化試験, 神奈川畜試研報, 80:1-31

表2 発酵温度

資材	最高温度 ℃	堆積開始から3週間の 平均温度℃
発泡ガラス (大粒)	53.9	46.6
軽石	62.2	52.3
木片	66.3	51.1
オガクズ(対照)	76.1	61.1

表3 回収可能資材による篩い分け結果

資材	原料牛ふん及び篩分け堆肥				回収可能資材				
	水分 %	重量 kg	容積 m <sup>3</sup>	仮比重	水分 %	重量 kg	容積 m <sup>3</sup>	仮比重	
発泡 ガラス	発酵前	73.8	960	1.20	0.80	3.0	270	1.00	0.27
	篩い分け後	59.7	407	1.07	0.38	25.5	270	1.13	0.24
軽石	発酵前	73.8	960	1.20	0.80	33.7	540	1.00	0.54
	篩い分け後	57.7	430	1.05	0.41	34.7	776	1.14	0.68
木片	発酵前	73.8	960	1.20	0.80	47.8	272	1.00	0.27
	篩い分け後	58.1	509	1.24	0.41	54.7	481	1.12	0.43
オガクズ	発酵前	80.4	900	1.00	0.90	34.9	188	1.00	0.19
	篩い分け後	47.2	849	2.01	0.42				

表4 堆肥成分

資材	水分 %	窒素 乾物%	リン酸 乾物%	カリ 乾物%	炭素 乾物%	炭素率 C/N	有機物分解率 %
発泡ガラス	59.7	2.15	2.02	4.14	35.1	16.3	36.0
軽石	58.1	2.20	2.13	3.90	36.3	16.5	38.4
木片	57.7	2.27	2.19	4.14	35.4	15.6	33.0
オガクズ	43.7	1.23	1.25	2.64	44.3	36.1	25.1

表5 資材及び資材の大きさと篩い分け作業量

資材の種類	資材の大きさ mm	篩網目 mm	作業量 m <sup>3</sup> /時
発砲ガラス (中粒)	15 ~ 25	5	1.5
発砲ガラス (大粒)	25 ~ 75	15	5.4
軽石	25 ~ 30	15	5.0
木片	30角	15	5.1

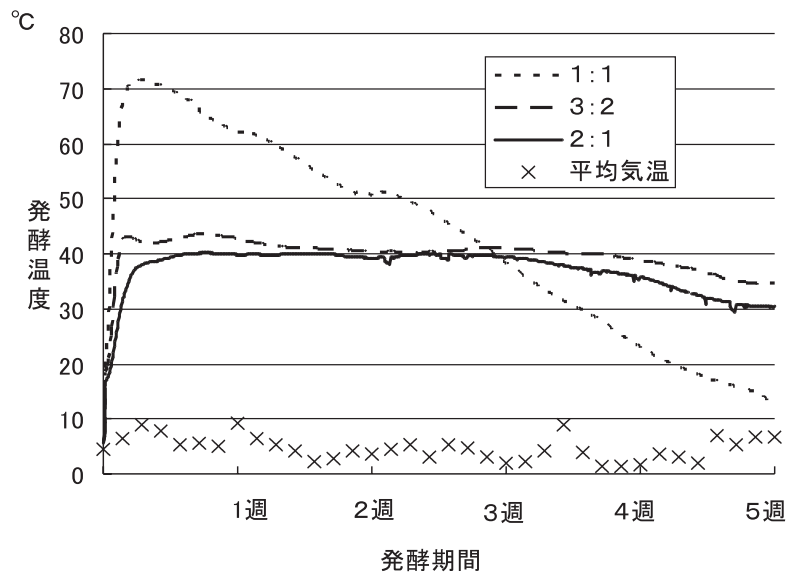


図1 発泡ガラスと乳牛ふんの混合割合と通気量の違いによる発酵温度

表6 資材の使用回数と発酵温度

資材	使用回数	最高温度 °C	堆積後3週間の 平均温度°C	堆積時資材水分 %
軽石	1回目	53.9	45.6	28.6
	2回目	60.5	51.2	35.4
	3回目	62.6	55.1	33.7
木片	1回目	43.9	40.2	45.4
	2回目	66.3	50.8	48.0
発泡ガラス (中粒)	1回目	58.5	53.1	1.8
	2回目	70.5	56.1	19.7

