

## コーヒーチャフの堆肥副資材適性試験

高田 修\*・篠倉和己\*\*

### 要 約

乳牛ふんを速やかに発酵処理するためには良好な副資材が必要である。そこで、産業廃棄物として処理されているコーヒーチャフの副資材としての適性を、オガクズと比較した。

- 1 コーヒーチャフは、粉末状で含水率が低く、吸水性やアンモニア吸着性が高かった。
- 2 コーヒーチャフの方がオガクズより堆肥温度や有機物消失率が高く、発酵促進効果が高いと推察された。
- 3 生ふんに直接コーヒーチャフを混合した場合は、均一混合が行えないため消臭効果が低かったが、調整ふんと混合した場合は消臭効果が高かった。
- 4 コーヒーチャフは、戻し堆肥やオガクズ等の副資材と混合して使用することが望ましい。

## Suitability of Coffee Chaff as Assistant Materials for Compost Processing

Osamu TAKATA and Kazumi SASAKURA

### Summary

In order to ferment the excrement of dairy cows promptly, suitable assistant materials are required. So, the suitability of coffee chaff as assistant material, which is generally abandoned as industrial waste, was examined comparing to that of sawdust.

- (1) Compared to sawdust, Coffee chaff had higher water and ammonia adsorption capability, because of its fine powder-shape and low watery rate.
- (2) When excrement was mixed with coffee chaff, compost temperature and organic matter disappearance rate were than be mixed with sawdust, so it was surmised that the fermentation-enhancing effect of coffee chaff was higher than that of sawdust.
- (3) When coffee chaff was directly mixed with raw excrement, its deodorization effect was low, because being mixed uniformly was very difficult. But the deodorization effect was high when it was mixed with already watery rate adjusted excrement.
- (4) Coffee chaff was feasible to be used with completed compost or such other assistant material as sawdust.

キーワード：コーヒーチャフ、堆肥処理、副資材、乳牛ふん、発酵促進

### 緒 言

酪農家は高水分で排出されるふんの処理に苦慮している。良好な発酵処理を行うためには、排出されたふんの水分を70%程度<sup>7)</sup>に低下させることが第1条件となる。このため、水分調整が容易に行える低水分の資材が必要であり、さらに好氣的な発酵を促進させることも条件と

なる。通常、水分調整及び発酵促進のための副資材<sup>6, 7)</sup>としてはオガクズが多く利用されているが、品不足による高価格等の問題があり、オガクズに代わる副資材の開発が強く求められている。戻し堆肥の利用<sup>3)</sup>も有効であるが、冬場の水分調整や塩類蓄積の問題があり、他の副資材との併用が必要である。そこで、産業廃棄物として処理されているコーヒーチャフの副資材としての適性をオガクズとの比較で検討した。

2004年8月20日受理

\* 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

\*\* 現 姫路家畜保健衛生所神戸出張所

## 材料及び方法

## 1 供試材料

供試コーヒーチャフは、コーヒー製造業者から提供されたもので、コーヒー豆の焙煎過程で発生する薄皮のことであり、通常は産業廃棄物として処理されている。

分析値(原物中)は、水分4.5%、粗蛋白質17.1%、粗脂肪6.0%、粗繊維33.0%、中性デタージェント繊維56.0%、カルシウム1.15%、リン0.07%、マグネシウム0.28%、カリ1.17%であり、飼料としても利用できる。

形状は荒い粉末状で、高温処理されているため含水量が低く、保水性と消臭性に優れている。保水性調査として、重量20gのコーヒーチャフを17時間吸水させ、1時間濾過させた後の保水量は120mlで、オガクズの100mlよりも多かった。また、消臭性調査として、コーヒーチャフとオガクズを等量(容積)混合し、乳牛育成ペんに敷き料として10cm厚で敷き、餌場床上30cmの高さ部位のアンモニア濃度をガス検知管で4日間測定したが、オガクズのみの場合よりいずれもアンモニア濃度が低かった(4日目のアンモニア測定値はコーヒーチャフ+オガクズ区が7.0ppm、オガクズ区が11.5ppm)。

## 2 ポリエステル桶による簡易発酵比較試験(以下、ポリ桶比較試験という)

## (1) 試験区

副資材を乳牛生ふんと直接混合する試験(以下、生ふん使用試験という)として3区分、乳牛生ふんを戻し堆肥で水分約70%に調整した調整ふんと混合する試験(以下、調整ふん使用試験という)として5区分を設定した。これらの試験区分と副資材の混合内容を表1に示す。

## (2) 試験方法

各区とも容量70リットルのポリエステル桶を用い、乳牛ふんと副資材の混合物をほぼ満杯に投入した。試験期間は5月21日から6週間とした。切り返しは第1週目は3回、第2週目は2回、第3・第4週目は1回とし、計7

表1 ポリ桶比較試験の試験区分

試験区	乳牛ふん	副資材
(生ふん使用試験)		
コーヒーチャフ区	生ふん 50%	コーヒーチャフ 50%
オガクズ区	生ふん 50%	オガクズ 50%
戻し堆肥区	生ふん 50%	戻し堆肥 50%
(調整ふん使用試験)		
コーヒーチャフ10%区	調整ふん 90%	コーヒーチャフ 50%
コーヒーチャフ20%区	調整ふん 80%	コーヒーチャフ 50%
オガクズ10%区	調整ふん 90%	オガクズ 10%
オガクズ20%区	調整ふん 80%	オガクズ 20%
対照区	調整ふん 100%	

\*混合比率：容積割合%

\*調整ふん：前日に生ふんと戻し堆肥を半々に混合し、攪拌式発酵レンで攪拌混合したもの

表2 発酵ハウス比較試験の1日あたり投入量(原物m<sup>3</sup>)

試験区	生ふん	戻し堆肥	コーヒーチャフ	計
コーヒーチャフ区	1.67	1.80	0.78	4.25
対照区	1.62	2.64	0	4.26

回行った。

## 3 発酵ハウスによる発酵比較試験(以下、発酵ハウス比較試験という)

## (1) 発酵ハウスの管理方法

発酵ハウスは、面積571m<sup>2</sup>(幅12.7m、長さ45m、軒高5~6m)で、中に幅5m、長さ41mの攪拌発酵レンを2レーン設置し、深さ25cmで1日約3回の攪拌をした。

乳牛約40頭のふんを毎日戻し堆肥で水分調整し、第1レーンに投入した。第1レーン排出堆肥は第2レーンに移動させた。各レーンの通過日数は、容積減少を考慮しない単純計算で約11日である。

## (2) 試験方法

戻し堆肥使用量の約30%量(容積)をコーヒーチャフに置き換えて、5月29日から40日間試験した。なお、試験前の40日間を対照区とした。試験期間中の1日あたり平均投入量(処理量)を表2に示す。

## 4 調査項目

- 堆肥温度：おんどとりJr. TR-52(ステンレス保護管センサ)で、午後2時に中央部の温度を数か所測定し、最も高い温度を測定温度とした。
- 臭気度：サンプルを採取し、不快臭、刺激臭を官能検査で5段階(0：なし~4：強い)に評価した。
- 硝酸・亜硝酸：サンプルに約10倍量の蒸留水を加え、攪拌後半定量イオン試験紙で測定した。
- 水分・粗灰分：サンプル約1リットルを風乾後、110℃・2時間乾燥して水分を測定した。さらに、約3gをサンプルとしてのつばにとり、ガスコンロで燃焼後、電気炉で600℃・約8時間燃焼して粗灰分を測定した。
- 水分消失率(%)算出式：処理前水分% - 原物中処理前粗灰分% ÷ 原物中処理後粗灰分% × 処理後水分%
- 有機物消失率(%)算出式：(乾物中処理後粗灰分% - 乾物中処理前粗灰分%) ÷ {乾物中処理後粗灰分% × (100 - 乾物中処理前粗灰分%)} × 10,000
- 測定間隔及び回数：ポリ桶比較試験は、4または6週間後まで1週間間隔で各1回測定した。発酵ハウス比較試験は、第1レーンは15~20日目に、第2レーンは35~40日目に各3回測定した。

## 結 果

## 1 ポリ桶比較試験

堆肥の温度変化を表3に、臭気度変化を表4に、有機

表3 堆肥の温度変化(℃:ホリ桶比較試験)

試験区	1日目	1週目	2週目	3週目	4週目
(生ふん使用試験)					
コーヒーチャフ区	28.9	60.5	35.0	36.0	30.3
オガクス区	30.4	49.7	37.3	27.2	31.3
戻し堆肥区	26.2	46.6	34.2	30.6	30.2
(調整ふん使用試験)					
コーヒーチャフ10%区	43.1	44.4	32.4	31.8	27.5
コーヒーチャフ20%区	43.4	48.9	34.7	32.6	28.9
オガクス10%区	42.7	44.9	34.0	31.4	28.1
オガクス20%区	45.8	43.8	33.6	32.5	27.5
対照区	39.2	45.6	32.7	31.8	27.8

表4 堆肥の臭気度変化(ホリ桶比較試験)

試験区	不快度			刺激度		
	0週目	2週目	4週目	0週目	2週目	4週目
(生ふん使用試験)						
コーヒーチャフ区	3	2	2	2	4	0
オガクス区	3	1	1	2	0	0
戻し堆肥区	4	3	1	3	4	0
(調整ふん使用試験)						
コーヒーチャフ10%区	2	1	1	1	0	0
コーヒーチャフ20%区	1	1	1	0	0	0
オガクス10%区	3	1	1	1	0	0
オガクス20%区	2	1	1	1	0	0
対照区	4	2	1	1	0	0

\*臭気度:0(なし)~4(強い)の5段階評価

表5 堆肥の有機物消失率変化(%:ホリ桶比較試験)

試験区	0~2週間	0~4週間	0~6週間
(生ふん使用試験)			
コーヒーチャフ区	27.4	42.8	52.6
オガクス区	16.5	20.5	35.9
戻し堆肥区	19.8	28.0	35.5
(調整ふん使用試験)			
コーヒーチャフ10%区	17.5	31.3	33.6
コーヒーチャフ20%区	23.9	25.6	36.3
オガクス10%区	14.4	24.1	24.9
オガクス20%区	18.2	34.7	35.4
対照区	20.0	28.5	29.3

物消失率を表5に示す。

温度変化:生ふん使用試験では、1日目での温度上昇は少ないが、1週目で最も高くなり、2週目を以降低下した。区比較では、コーヒーチャフ区が1週目に60℃以上となり、3週目まで比較的高く推移した。調整ふん使用試験では、1日目から高い温度を示し、2週目を以降低下したが、温度上昇は生ふん使用試験のコーヒーチャフ区ほど高くはならなかった。区の比較では、コーヒーチャフ20%区がやや高く推移した。

臭気度変化:生ふん使用試験では、オガクス区の臭気度低下効果が最も大きかった。コーヒーチャフ区は調整時は有効であったが、以後は戻し堆肥区とほぼ同等であった。調整ふん使用試験では、コーヒーチャフ20%区の消臭効果が最も高く、コーヒーチャフ10%区やオガクス

表6 発酵レン部位別堆肥温度(℃:発酵ハウス比較試験)

試験区	第1レーン			第2レーン		
	投入部	中央部	排出部	投入部	中央部	排出部
コーヒーチャフ区	58.4	40.8	49.4	48.2	40.4	33.5
対照区	47.8	32.7	37.7	47.9	43.7	33.1

表7 発酵レン部位別臭気度(発酵ハウス比較試験)

試験区	第1レーン			第2レーン		
	投入部	中央部	排出部	投入部	中央部	排出部
(不快度)						
コーヒーチャフ区	2	1.3	1	1	0.8	0.8
対照区	3	1.7	1	1	1	1
(刺激度)						
コーヒーチャフ区	1	2.7	0.7	0	0	0
対照区	1.5	2.7	0.7	0.3	0	0

\*臭気度:0(なし)~4(強い)の5段階評価

表8 発酵レン部位別硝酸・亜硝酸(ppm:発酵ハウス比較試験)

試験区	第1レーン			第2レーン		
	投入部	中央部	排出部	投入部	中央部	排出部
(硝酸態窒素)						
コーヒーチャフ区	58	0	0	42	333	417
対照区	3	0	117	38	12	67
(亜硝酸態窒素)						
コーヒーチャフ区	10	0	0	8	47	67
対照区	0	0	20	3	2	7

表9 発酵レン部位別水分・粗灰分(%:発酵ハウス比較試験)

試験区	第1レーン			第2レーン		
	投入部	中央部	排出部	投入部	中央部	排出部
(水分)						
コーヒーチャフ区	64.9	58.5	52.7	43.9	38.5	29.9
対照区	71.8	62.5	56.5	52.6	48.7	40.3
(粗灰分:乾物中)						
コーヒーチャフ区	21.2	23.7	25.1	25.8	26.4	27.1
対照区	22.6	25.7	27.3	27.7	28.6	29.0

表10 水分及び有機物消失率の比較(%:発酵ハウス比較試験)

試験区	水分消失率			有機物消失率		
	第1レーン	第2レーン	総レーン	第1レーン	第2レーン	総レーン
コーヒーチャフ区	31.9	20.5	53.4	19.7	6.9	27.9
対照区	41.3	21.4	56.4	22.2	6.3	28.4

20%区、10%区も有効であった。

有機物消失率変化:生ふん使用試験では、コーヒーチャフ区の有機物消失率が全期にわたって高かった。オガクス区は初期は戻し堆肥区よりやや低かったが、6週間では同等であった。調整ふん使用試験では、コーヒーチャフ区、オガクス区ともに10%区より20%区がやや高い傾向がみられたが、対照区を含めた全区間の差は小さかった。

## 2 発酵ハウス比較試験

堆肥の温度比較を表6に、臭気度比較を表7に、硝酸・亜硝酸比較を表8に、水分・粗灰分比較を表9に、水分及び有機物消失率比較を表10に示す。

温度比較:第1レーンはコーヒーチャフ区が各部位と

もに高かったが、第2レーンは差がなかった。

臭気度比較：不快度、刺激度ともに明確な差は見られなかったが、第1レーン投入部においてはコーヒーチャフ区が多少低い傾向であった。

硝酸・亜硝酸比較：区による傾向が異なり、コーヒーチャフ区は第1レーン投入部において硝酸・亜硝酸が見られ、その後消失するが、第2レーンにおいては多量に見られるようになった。対照区は第1レーン排出部から第2レーンにかけて見られたが、いずれも少量で推移した。

水分及び水分消失率：第1レーン投入部の水分はコーヒーチャフ区が約7ポイント低く、その後低いままに推移し、第2レーン排出部では約10ポイント低かった。このため、水分消失率としてはコーヒーチャフ区の方が低い値となった。

粗灰分及び有機物消失率：粗灰分はコーヒーチャフ区が常に低く推移し、有機物量が多かった。有機物消失率は第1レーンでは対照区がやや高かったが、第2レーンではコーヒーチャフ区がやや高く、総レーンとしては対照区の方がやや高い値であった。

### 考 察

発酵に適した炭素率は20以上<sup>7)</sup>とされ、家畜ふんは炭素率が低いため、炭素率の高い資材と混合させることが発酵促進に有効であるとされている。さらに、好気発酵を効率よく促進させるためには、通気性の高さが必要であり、目安としてはふん中の空隙率が30%以上<sup>7)</sup>必要とされている。これらの条件を満たすためには、単に乾燥させるだけではなく、発酵に有効な資材を混合させる必要がある。

利用可能な副資材として、植物性食品粕の利用が注目され、コーヒー粕の利用は実用化されているが、コーヒーチャフの利用例は報告されていない。コーヒー粕利用の問題点としては、高水分状態で生産されること、分解性が低いこと、発芽阻害物質を含んでいること<sup>4, 5)</sup>等があげられる。これに対し、コーヒーチャフは非常に低水分状態で生産され、粉末状の豆皮であるため分解性も高いと推察される。また、発酵促進効果が期待されるため発芽障害も無くなる<sup>1, 2)</sup>と考えられ、さらにコーヒー豆の作物生育抑制はコーヒー抽出操作後に生じるもので、コーヒー生豆や焙煎豆では生育抑制が見られない<sup>5)</sup>とも報告されている。懸念される点は、粉末状であることから、物理的な通気性効果が得られるかどうかと、取り扱い上の問題があるかどうかである。

生ふんに直接混合したポリ桶比較試験の場合、発酵温度や有機物消失率はオガクズ使用区より高く、全体とし

ては発酵がオガクズ使用より促進されているが、臭気として不快度、刺激度が高い。これは、コーヒーチャフが生ふんにくっつき易いため、形態として小団塊状になりやすいことから、粒子内部に閉じこめられて発酵が進行しない部分が生じるためと考えられる。

調整ふんと混合したポリ桶比較試験では、均一混合が図られ、団塊状の形態もほとんど無く、温度や有機物消失率から推察した発酵状態も良好で、20%区においては消臭効果も良好であった。

発酵ハウス比較試験では、試験時期に差があるため断定はできないが、コーヒーチャフ区において堆肥温度がやや高く、第2レーンでの硝酸化が高いことから、発酵も良好に進行していたと考えられる。臭気度もコーヒーチャフ区でやや低く推移している。水分消失率や有機物消失率がコーヒーチャフ区でやや低かったのは、投入時の水分が64.9%と低かったため排出時水分も29.9%と低く推移し、この水分の低さが消失率としての低さになったと考えられる。

以上から、コーヒーチャフは堆肥処理の副資材として適しており、利用方法としては戻し堆肥やオガクズ等との混合使用で粉末状の欠点を十分に補えることが判明した。

今後の課題としては、コーヒーチャフの収集方法にある。大きな製造工場ではコーヒーチャフを燃料等に加工するため、廃棄物として利用できない。このため、中小工場の廃棄物として処理されている少量のものを収集する方策が必要である。

### 引用文献

- (1) 浅井辰夫・青島有美・森誠・土井廣・中田史雄(1995): コーヒーカスを添加して堆肥化した牛糞の肥料価値: 畜産の研究 49(6), 66-68
- (2) 井上雅美・吉尾卓宏・相沢博美(2002): 未利用資源利用による良質堆肥化技術の開発試験(第2報): 茨城畜七研報 33, 73-76
- (3) 高田修・篠倉和己・耕田隆一(2004): 深型攪拌式堆肥発酵施設による乳牛ふんの堆肥化処理: 兵庫農技総七研報(畜産) 40, 11-14
- (4) 竹本稔・藤原俊六郎(1996): 未利用資源の農業利用に関する研究(第2報) 縦型発酵槽を用いたコーヒー粕単独堆肥の製造: 神奈川農総研報 137, 35-42
- (5) 竹本稔・藤原俊六郎(1997): コーヒー粕の作物生育阻害因子に関する研究: 神奈川農総研報 138, 31-40
- (6) 畜産環境整備機構(1998): 家畜ふん尿処理・利用の手引き, 9-10
- (7) 中央畜産会(2001): 堆肥化施設設計マニュアル, 1-7