

# 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

竹本 稔・藤原俊六郎

Study on Unused Resources For Use as Manure (Part 2)  
Composting Method of Coffee Refuse by Use an Airtight type  
Composting Plant

Minoru TAKEMOTO and Shunrokuro FUJIWARA

## 摘 要

- 1) コーヒー粕は、一部は有効利用されているものの、大部分は廃棄物として処理されている。このコーヒー粕を縦型発酵槽を利用して堆肥化する方法を検討した。
- 2) コーヒー粕の水分含量は約65%であり、縦型発酵槽を用いればコーヒー粕だけで堆肥化することも可能であるが、少量のオカラ堆肥及びコメヌカを混合して堆肥化した。堆肥化方法は縦型発酵槽に約10日、二次発酵槽に約3か月間堆積した。
- 3) 80Lモデルプラントを用いてコーヒー粕の発酵条件を検討した結果、最適含水率は65%、通気量は3L/minであった。また、3種類の微生物資材について堆肥化促進効果を比較した結果、総ての資材で発酵促進効果が認められた。
- 4) ミニプラントを利用し、連続投入による堆肥化実験を行った。一次発酵では、原料投入後7時間で55°Cを超える発熱がみられ良好な発酵状態を示し、悪臭の発生もなかった。
- 5) コーヒー粕の堆肥化過程における物質収支を計算した結果、一次発酵では約10%の有機物しか分解しなかったが、二次発酵では30%の分解がみられた。1,000kgの原料から596kgの水と、280kgの二酸化炭素発生し、窒素の揮散はほとんど認められなかった。
- 6) 二次発酵を終えた堆肥の肥料成分は窒素3.8%、リン酸1.7%、カリ1.8%であった。また、この製品をトマト育苗に使用した結果、生育障害を起こし、コーヒー粕単独では良質な堆肥とはならないことが明らかになった。
- 7) コーヒー粕は、その形状等より、通気性が良好であり、脱臭等にも効果があると思われるため、他の含水率が高い資材や、オカラのように窒素成分の高い資材を堆肥化する際の補助材として利用することも有効であると思われた。

キーワード：未利用資源，コーヒー粕，堆肥化，縦型発酵槽

## Summary

Study on Unused Resources For Use as Manure (Part 2)  
Composting Method of Coffee Refuse by Use an Airtight type Composting Plant

- 1) Almost all coffee grounds, a part of which has been utilized, are disposed as waste. We investigated a method of composting coffee grounds in an airtight type composting plant.

本報告の一部は、日本土壌肥料学会1995年度京都大会(1996年3月)において講演発表した。

- 2) Coffee grounds include 15% water. Thus, it can be composted without any other material in an airtight type composting plant. However, in this investigation, the composting was performed with a small amount of "okara" compost and rice bran through 10 days of fermentation in an airtight type composting plant, followed by three months of secondary fermentation.
- 3) As a result of the composting of coffee grounds under various conditions in a 80l model plant, the best condition of water content was 65% and that of air permeability was three liters per minute. A comparison examination of the promotion effect on composting of coffee grounds among three types of microbe materials was also made. All samples had considerable effect.
- 4) Successive composting examinations were performed in the miniplant. Primary fermentation seemed to indicate good conditions, including a high temperature over 55°C without any noxious odors.
- 5) A calculation of material accounts during the composting of coffee grounds showed that 10% of organic matter was degraded through primary fermentation and 30% of that product were further degraded through secondary fermentation. While 596kg of water, 280kg of carbon dioxide were produced per 1,000kg of raw material, no detectable levels of nitrogen were found.
- 6) As fertilizer nutrients at the end of secondary fermentation, there were 3.8% of nitrogen, 1.7% of phosphoric acid, and 1.8% of potassium. As a result an examination of tomato seedling cultivated with this product, it was found that it inhibited tomato growth. Thus, it was clearly shown that coffee grounds alone are not suitable compost material.
- 7) The author thought it could be effective as a supplementary material to other materials that had a high nitrogen element content and others with high moisture content due to its air permeability and effective deodorization properties.
- 8) Because coffee grounds are grainy, air easily permeates the material. Moreover, noxious odors can be absorbed. Therefore, good compost can be made by mixing coffee grounds with materials with high moisture content or those, like "okara", with high nitrogen content.

Key words : Unused Resources, Coffee Refuse, Composting, Airtight type Composting plant.

## 緒 言

近年の深刻な環境問題に起因して、農業生産においても環境を考慮した農業技術が必要となり、環境保全型農業の展開に力点が置かれている。環境保全型農業技術の開発の取り組みは各地でなされているが、この技術の中心には、有機物の活用方法があり、農業生産における有機物の利活用と良質の有機物の確保とその利用には、大きな関心もたれるようになってきた。

一方、都市部においては、食品産業廃棄物や都市ゴミ等の有機性廃棄物が大量にゴミとして処理され、処理経費の増大だけでなく処理施設や終末処理場の不足の原因となっている。これら都市から排出される有機性廃棄物は、乾燥あるいは、微生物処理を加えれば、農業生産に有効な資源として再生可能な物が多く、そのための技術開発が望まれている。これら、有機性廃棄物を農業生産に有効利用できれば、農地の良質有機物不足と都市の有機性廃棄物処理という両問題を解決できる有効な技術となりうるものと考えられる。これらの有機性廃棄物は多くの種類があるが、コーヒー粕もそのひとつである。

わが国におけるコーヒー豆の輸入量は、年間約30万トンであり、この際排出されるコーヒー粕は、単純に計算すると60万トンにも及ぶとされている<sup>8)</sup>。神奈川県内においては、コーヒー粕の発生する事業者数は少ないものの、1事業所の規模が大きく、年間約2,700トン程度が排出されている<sup>11)</sup>。

コーヒー粕は、その形状、性質等の性質から、堆肥化資材としての利用が考えられる。コーヒー粕の農業面での利用方法については、藤原<sup>3)</sup>やKITO<sup>4)</sup>、奥野<sup>10)</sup>静岡県農試<sup>5,7,12)</sup>などで試験が行われているが、大型の発酵槽を用いた堆肥化方法を検討した報告はない。そこで、本試験では、コーヒー粕の有効利用の一方法として、縦型発酵槽を用いたコーヒー粕単独での堆肥化方法とその製品の利用方法について検討した。

本研究は、農林水産省の再生有機肥料化促進事業の一環として実施したものであり、事業の推進に多大な御助力を戴いた農林水産省農産園芸局肥料機械課及び神奈川県農業技術課担当者各位に記して謝意を表す。また、研究の一部は、神奈川県共同研究規定に基づき、東海プラントエンジニアリング株式会社と共同研究したものである。

## 材料及び方法

### 1. モデルプラント試験

前報<sup>2)</sup>と同様に容量80Lの通風装置付試験発酵槽(東海プラントTP80)を用い、コーヒー粕堆肥化時の材料の含水率、通気量等の基礎的な堆肥化条件の検討を行った。

#### (1)最適含水率の検討

コーヒー粕におが屑を混合して、含水率を55%,60%,65%,70%に設定した。通気量は5L/minとし、7日間発酵処理を行った。

#### (2)最適通気量の検討

含水率64%のコーヒー粕を用い、通気量3L,5L,10L,15L/minを設定し、10日間、発酵処理を行った。

#### (3)微生物資材の効果確認

含水率65%のコーヒー粕を用い、資材A(キレーゲン)、資材B(バウムフード)、資材C(オーレスC)の3種類の微生物資材を用い、各資材のコーヒー粕堆肥化処理の種菌としての効果を検討した。通気量は、5L/minとし、7日間発酵処理を行った。

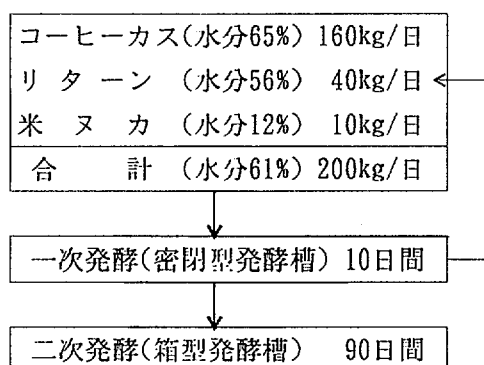
#### (4)調査項目

堆肥化過程の温度変化、重量変化、含水率及び灰分含量から有機物分解率を計算し、これから堆肥化の進行程度を評価した。

### 2. ミニプラント試験

#### (1)発酵装置

発酵槽は、前報<sup>2)</sup>と同様に一次発酵は容量1,200Lのミニプラント(東海プラント株式会社製、通風装置付密閉型発酵槽ピオロータリー)を用い、二次発酵には、容量1,000Lの通風装置付箱型発酵槽を用いた。



第1図 コーヒー粕堆肥製造のフロー

#### (2)堆肥の製造方法

富士コカコーラボトリング株式会社海老名工場(神奈川県海老名市)から排出されるコーヒー粕を用い、第1図に示したフローにより連続堆肥化試験を行った。投入は、10月18日から26日まで5回実施した。1回の投入は、コーヒー粕160kg、リターン(一次発酵物)40kg、米糠10kgをコンクリートミキサーで攪拌・混合したものをミニプラントに投入し、7~10日間一次発酵を行った。ミニプラントで一次発酵した物を毎日100kg程度切り出し、二次発酵槽に投入し、約2か月間二次発酵を行った。この間、12月10日と1月5日の2回、切り返しを行った。

(3)調査・分析方法 以下の項目について、堆きゅう肥分析法<sup>3)</sup>に準じて堆肥化過程の変化を調査した。

ア. 発酵槽内温度変化: データロガー(日本電子三栄)

イ. 含水率: 105°Cで加熱乾燥法

ウ. 灰分率: 650°Cで加熱灰化法

エ. 全窒素含量: ケルダール法で測定

オ. 無機成分: Ca, Mg, K, Naは湿式分解後、原子吸光度計で測定した。リン酸はモリブデンアンモニウム法により測定した。

カ. 外観色: 各試料の風乾粉碎物を供試し、ミノルタ色彩色差計によって外観色(Y, x, y)の測定を行った。光源はD6500を用いた。

キ. 幼植物検定: コーヒー粕堆肥化過程の各試料の風乾粉碎物2.5gに50mLの60°Cの温水を加え、2時間保温後ろ過をおこない、ろ液10mLをろ紙を敷いたシャーレにとり、コマツナ種子50粒を播種した。20°Cで7日間培養後、発芽率、地上部長、地下部長を測定した。また、対照区として水のみを区を設定した。<sup>1)</sup>

#### 3. トマト育苗試験

コーヒー粕堆肥化物を用い、培土への施用がトマト苗の生育に及ぼす影響について検討した。二次発酵を終えたコーヒー粕堆肥を、土壌(火山灰土)に容積比で5%, 10%, 20%の割合で混合したものに、化学肥料としてCDU配合リン加安S555を1Lあたり1.5g(Nとして225mg)施用した区と化学肥料無施用の2区を設定した。また、それぞれに、過リン酸石灰でリン酸を500mg/L補給した。

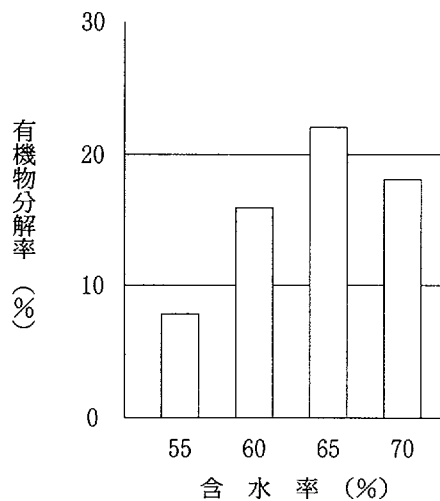
育苗に用いたトマト(品種: ホマレ114)は、1993年9月12日に播種し、10月5日に700mLのプラスチック鉢に鉢上げし、11月25日まで約50日間、温室内で育苗をし、生育調査を行った。

## 結果及び考察

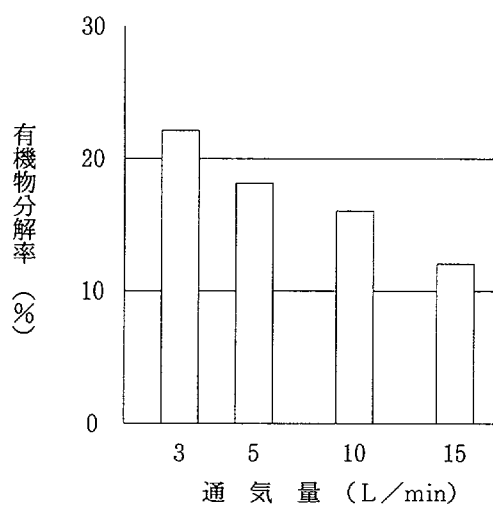
### 1. モデルプラント試験

#### (1) 最適含水率の検討

おが屑と水によりコーヒー粕の含水率を50%から70%まで4段階に調整して、堆肥化に最適な水分条件を検討した結果、すべての試験区で発酵が進み、約70℃まで温度上昇が認められた。有機物の分解率を第2図に示したが、含水率65%で最高分解率を示した。コーヒー粕の含水率は、平均65%程度であるため、この結果からコーヒー粕は水分調節なしで発酵させることが可能であることが明らかになった。



第2図 コーヒー粕堆肥の含水率と分解率との関係



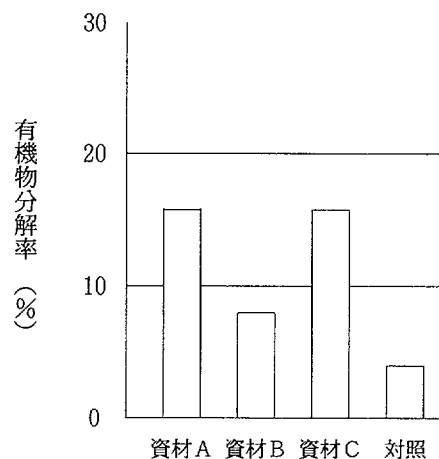
第3図 コーヒー粕堆肥の通気量と分解率との関係

#### (2) 最適通気量の検討

コーヒー粕の堆肥化に最適な通気量を検討した結果、第3図に示したように有機物の分解率にあまり大きな差は認められなかったが、3 L/minで最大値を示した。コーヒー粕は、粒子状で空気の流通が良いので空気流量をあまり上げすぎると品温の低下をまねき、発酵が不十分になると思われた。

#### (3) 微生物資材の効果確認

微生物資材の種菌としての利用適性を検討した結果、第4図に示したように、いずれの資材も有機物分解促進効果がみられ、とくに資材A（キレーゲン）と資材C（オーレスC）の効果が大きく、すべての資材で無添加に比べ高い有機物分解率を示した。コーヒー粕が、排出直後にはほぼ無菌状態であることに原因するものと考えられた。



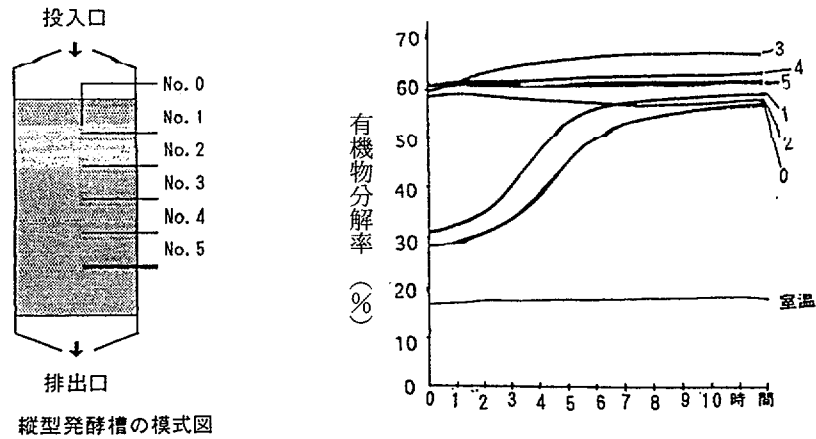
第4図 微生物資材の効果と分解率との関係

### 2. ミニプラント試験

#### (1) 堆肥化の状態

ミニプラントに、5回にわたってコーヒー粕の投入をおこない、第1表に示したようにコーヒー粕531kg、リターンとしてあらかじめ作成してあったコーヒー粕堆肥133kg、米ヌカ34kgを使用した。米ヌカはコーヒー粕では不足するリン酸を補う意味で添加したが、添加しなくても発酵温度の上昇に大きな違いはみられなかった。

堆肥化時の発酵温度の変化は第5図に示したように、60℃を超す高熱が発生し、良好な発酵状態にあった。当日投入した原料を測定するセンサーNo.0では、投入後7時間で55℃を超えた。他の部分は60℃以上の良好な温度状態を示していた。二次発酵槽に移してから50℃以上の発熱が継続した。毎日、切出し物（一次発酵物）を



第5図 ミニプラントの構造(左)と堆肥品温(図中の番号は温度センサー位置)の変

第1表 ミニプラント試験の資材量と堆積に伴う変化

資材名	現物重	乾物重	水分量	有機物	無機物	含水率	灰分率
コーヒー粕	531kg	188kg	343kg	185kg	2.6kg	64.6%	1.38%
原リターン	133kg	59kg	74kg	57kg	2.2kg	56.0%	3.71%
米ヌカ	34kg	30kg	4kg	27kg	3.2kg	11.7%	10.80%
料混合物	698kg	277kg	424kg	269kg	8.0kg	60.7%	2.69%
(比)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100)	(100)	(100)
一次発酵物	573kg	250kg	323kg	242kg	8.0kg	56.4%	3.71%
(比)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100)	(93)	(138)
二次発酵物	242kg	167kg	75kg	159kg	8.0kg	30.8%	5.33%
(比)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100)	(51)	(198)

投入する方式をとったため、絶えず発熱が継続した。

(2)堆肥の成分変化

第2表には、コーヒー粕堆肥化時の内容成分の変化を示した。コーヒー粕の含水率は64.6%、混合物(投入物)の含水率は60.7%であり、最適発酵含水率であるため、水分調節は行わなかった。含水率は一次発酵で56.4%、二次発酵で30.8%に減少した。このことより、本試験では途中で加水はしなかったが、コーヒー粕堆肥は乾燥し

すぎる傾向にあり、給水を行う必要もあると考えられた。

また、コーヒー粕の灰分率については、平均1.38%と少ないが、混合物では2.69%と増加している。一次発酵物では3.71%、二次発酵物では5.33%と増加し、投入物の約2倍の値となった。これは、堆肥化に伴う有機物分解により有機物が減少したため、相対的に無機成分含量が増加したことによると考えられた。

コーヒー粕には窒素が多く、リン酸やカリが少ない特

第2表 堆肥化に伴う成分変化(含水率以外は乾物含量)

資材名	項目	含水率	灰分率	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	
原料	コーヒー粕	平均	64.6%	1.38%	2.29%	0.19%	0.34%	0.07%	0.13%	0.007%
		偏差	1.15	0.08	0.12	0.01	0.16	0.01	0.02	0.004
混合物		平均	60.7%	2.69%	2.44%	0.92%	0.75%	0.09%	0.25%	0.012%
		偏差	2.44	0.30	0.07	0.08	0.08	0.01	0.02	0.002
一次発酵物		平均	56.4%	3.71%	2.63%	0.75%	0.87%	0.19%	0.22%	0.014%
		偏差	3.51	0.95	0.23	0.23	0.40	0.08	0.05	0.003
二次発酵物 45日(12/10)		平均	30.9%	3.94%	3.04%	1.15%	1.36%	0.17%	0.28%	0.009%
		偏差	17.4	0.77	0.37	0.15	0.29	0.06	0.02	0.005
二次発酵物 71日(1/05)		平均	30.7%	5.33%	3.83%	1.66%	1.78%	0.16%	0.34%	0.017%
		偏差	10.1	0.85	0.38	0.03	0.18	0.10	0.04	0.003

第3表 堆肥化に伴う外観色変化と幼植物検定結果

資材名	外観色			幼植物検定結果			抽出液の特性	
	Y	x	y	発芽率	根長	茎長	pH	EC
原料	7.2	0.339	0.338	98.8%	122%	152%	6.25	0.32
混合物	9.4	0.349	97.2	97.2	94	169	6.54	0.72
一次発酵物	8.3	0.340	0.342	88.2	89	164	6.60	0.95
二次発酵物(45日)	9.2	0.335	0.341	89.2	98	144	6.30	1.14
二次発酵物(71日)	7.9	0.329	0.337	82.7	107	170	6.65	1.52

長があるが、本試験では、これに米ヌカを混合したため投入物ではリン酸が増加していた。また、堆肥化に伴い窒素の増加に比べ、リン酸やカリの増加が著しいため、二次発酵を終えた製品は、窒素(N)3.0%、リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)1.1%、カリ(K<sub>2</sub>O)1.4%の比較的バランスの良い堆肥となった。

### (3)堆肥の外観色変化

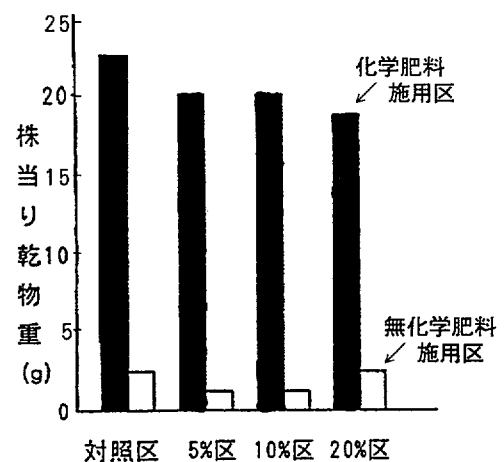
色彩色差計によってコーヒー粕堆肥化過程の各試料の風乾粉砕物の外観色(Y,x,y)の測定をおこない、外観色によるコーヒー粕堆肥化過程のモニタリングの可能性を検討した結果、コーヒー粕は原料自体が黒色のため、明度を表すY値にも変化が無く、外観色はコーヒー粕堆肥化過程のモニタリングには利用できないと思われた。

### (4)幼植物検定結果

コーヒー粕堆肥化過程の各試料についてコマツナによる幼植物検定<sup>1)</sup>を行った結果、堆肥化に伴い発芽率はやや低下したが、根長はやや増加する傾向がみられた。このときの抽出液のECは低く、濃度障害が影響しているとは考えられない。この結果から、コーヒー粕堆肥の堆肥化程度は、根長から判断することが適切と考えられた。

### 3. トマト育苗試験

コーヒー粕堆肥化物混合培土でのトマト育苗試験の結果を第6図に示した。コーヒー粕堆肥を混合すると、化学肥料を施用しなかった区ではほとんど生育せず、また化学肥料を施用した区でも対照区よりも生育は劣っていた。これは、コーヒー粕堆肥化物の施用は、作物生育促進効果がみられず、逆に生育を抑制する結果を示している。これは、奥野<sup>10)</sup>や静岡農試の試験<sup>5, 7, 12)</sup>にも指摘



第6図 コーヒーカスの堆肥化物の施用及び化学肥料施用の有無がトマト苗の乾物量に及ぼす影響

されているように、コーヒー粕には作物生育阻害作用があることが知られており、この問題が堆肥化によっても除去できなかったことを示していると考えられた。

4. 総合考察

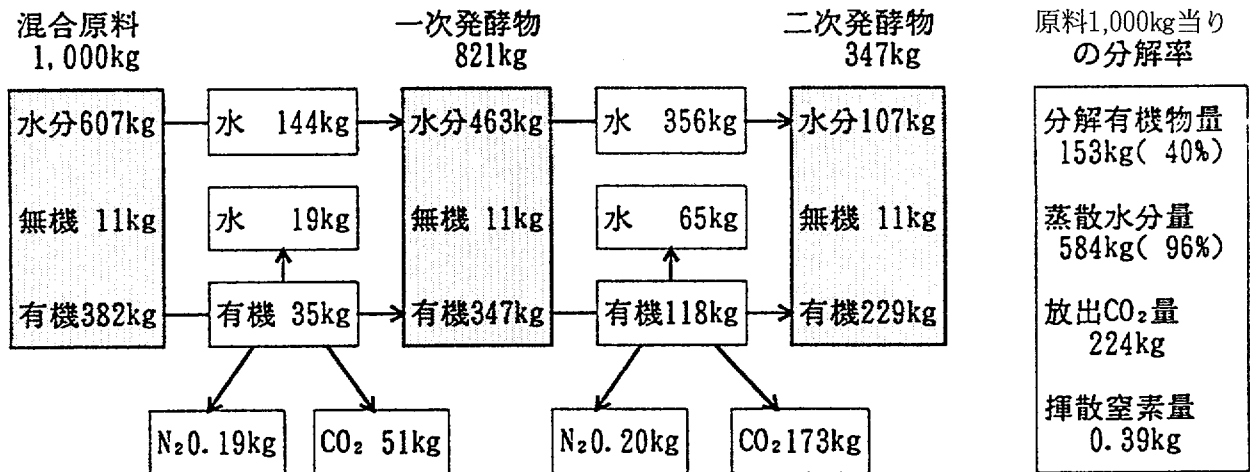
コーヒー粕は水分が65%程度であり、水分調節をしなくても、そのまま堆肥化することが可能であった。堆肥化には、一次発酵には約10日、二次発酵には2か月以上が必要と考えられた。コーヒー粕は堆肥化過程で窒素の損失がほとんどなく、悪臭の発生もほとんど認められなかった。

コーヒー粕堆肥については、投入原料の61%が水分であり、有機物が約38%、無機物が約1%である。これが一次発酵により水分56.4%、有機物42.2%、無機物1.4%となり、二次発酵により水分31.0%、有機物65.7%、無機物3.3%となった。一次発酵により有機物は10%しか分解されなかったが、二次発酵では分解が進み、有機物の分解率は40%になった。

原料1,000kgあたりの堆肥化による水と有機物の物質収支を前報に基づき計算した結果を、第7図に示した。水分は、原料では607kgあったものが、一次発酵では144

kg減少し、二次発酵では356kg減少したが、有機物分解に伴い、一次発酵では19kg、二次発酵では65kg、合計84kgの水が生成された。このため原料1,000kgから584kgの水が蒸散する計算となり、これは原料の水分の約96%に相当する。このとき放出される二酸化炭素量は224kgと計算される。また窒素の損失はほとんどなく、二次発酵が完了しても0.39kgであり、原料に含まれる窒素のわずか4%しか損失しなかった。

コーヒー粕堆肥により栽培試験を実施した結果、生育抑制作用があり、単独では利用困難な資材であると考えられた。しかし、肥料成分は窒素3.0%、リン酸1.1%、カリ1.4%あるため、他の資材と混合することにより、良質の堆肥が生産される可能性が示唆された。現実には、家畜糞や汚泥類<sup>8)</sup>、茶粕等<sup>9)</sup>との混合堆肥が製造されており、コーヒー粕単独での堆肥化には問題があっても、他の有機物と混合すれば良質の有機質資源となると考えられる。なかでも、前報<sup>2)</sup>のオカラのように窒素が多量に揮散し、悪臭を発生する原料と混合すれば、良質の堆肥が生産されると思われる。



第7図 コーヒーカスの堆肥の製造課程における物質収支

## 引用文献

- 1) 藤原俊六郎(1985)：シャーレを使った簡易腐熟度検定法, 土肥誌, 56, 251～252
- 2) 藤原俊六郎・竹本稔(1996)：未利用資源の農業利用に関する研究(第1報)－縦型発酵槽を用いたオカラ単独堆肥製造試験－, 神奈川農総研報137号, 25～34
- 3) 藤原義人, 野村正人, 橋本武 (1990)：コーヒー粕の肥料化に関する研究, 近畿大学環境科学研究所研究報告, 第18号, 133～149
- 4) M. KITO, S. OKUNO, Y. HAMADA (1995)：Study on agricultural utilization of coffee residue. Utilization of coffee residue for weed control. ASIC, 16e Colloque. 821～828
- 5) 望月一男, 若沢秀幸, 山下春吉 (1985)：コーヒー粕の有効利用－コーヒー粕の堆肥化方法とその特性－, 静岡県農業試験場試験研究成績書, 61～62
- 6) 長野県中信農業試験場 畑作栽培部(1996)：コーヒー粕と紅茶粕を組み合わせた堆肥の製造方法と施用効果, 関東東海農業試験研究推進会議土壌肥料検討会資料 7) 中村元弘, 若沢秀幸, 山下春吉 (1983)：未利用資源の有効利用に関する研究－コーヒー粕の堆肥化に関する試験－, 静岡県農業試験場試験研究成績書, 48～49
- 8) 農産業振興奨励会 (1993)：平成4年度再生有機肥料生産, 流通, 利用実態調査報告書－豆腐カス及びコーヒーカス－, 26～33
- 9) 農林水産省農産園芸局農産課編(1979)：堆きゅう肥等有機物分析法, 土壌保全資料第56号
- 10) 奥野聡子, 鬼頭誠 (1995)：コーヒーカスの農業利用に関する研究－エダマメの生育, 雑草発生および土壌の理化学性に及ぼすコーヒー粕マルチの影響－, 日本土壌肥料学会関西支部会講演要旨集, 第91集, p11
- 11) 労働科学研究所(1992)：堆肥化システム推進実態調査結果
- 12) 高橋和彦, 若沢秀幸, 山下春吉 (1984)：コーヒー粕の有効利用－コーヒー粕の堆肥化方法とその特性－, 静岡県農業試験場試験研究成績書, 66～68