



神奈川県  
農業技術センター

ISSN 1881-3305

神奈川県農業技術センター

# 研究報告

---

第148号

BULLETIN OF THE  
KANAGAWA AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER  
NO.148

平成18年3月

神奈川県農業技術センター研究報告  
第148号

所長 初瀬川 政典  
編集会議

議長 藤原 俊六郎

会議員 小清水 正美

北 宜 裕

北尾 一郎

植草 秀敏

岡本 保

浅田 真一

曾我部 光現

事務局 三好 理

(平成18年3月現在)

**BULLETIN OF THE  
KANAGAWA AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER  
NO.148**

**Executive Director:** Masanori HATSUSEGAWA

**Editorial Committee**

**Chief Editor:** Syunrokuro FUJIWARA

**Editorial Board:** Masami KOSHIMIZU

Nobuhiro KITA

Ichirou KITAO

Hidetoshi UEKUSA

Tamotu OKAMOTO

Shin-ichi ASADA

Kougen SOGABE

**Editorial Secretariat:** Osamu MIYOSHI

略 号

神奈川県農業技術センター研究報告  
第148号

Bull. Kanagawa Agri. Tech. Cent.

No.148

# 目次

## 食品廃棄物の堆肥化とその農業利用に関する研究

竹本稔

1-121

第 1 章 緒論 .....	1
1. 神奈川農業の実態	
2. 有機物の施用による土づくり	
3. 神奈川県の農地の現状	
4. 環境面からみた未利用資源の農業利用の位置づけ	
5. 環境保全型農業での有機物の位置づけ	
6. 神奈川県における未利用有機性資源農業利用推進施策について	
7. 本研究の位置づけ	
8. おからの排出状況	
9. コーヒー粕の排出状況	
10. 生ごみの排出状況と生ごみ処理総理を利用した生ごみ処理法	
11. 本研究の概要	
第 2 章 おから及びコーヒー粕の農業利用技術の開発	
1. 縦型堆肥化装置を用いたおから単独堆肥の製造 .....	7
(1) はじめに	
(2) 材料および方法	
ア. 堆肥化条件検討試験	
イ. 連続堆肥化試験	
ウ. トマトの育苗試験	
(3) 結果および考察	
ア. 堆肥化条件検討試験	
イ. 連続堆肥化試験	
ウ. トマトの育苗試験	
(4) まとめ	
2. 縦型堆肥化装置を用いたコーヒー粕単独堆肥の製造 .....	14
(1) はじめに	
(2) 材料および方法	
ア. 堆肥化条件検討試験	

- イ.連続堆肥化試験
- ウ.トマト育苗試験
- エ.コマツナ栽培試験

(3)結果および考察

- ア.堆肥化条件検討試験
- イ.連続堆肥化試験
- ウ.トマト育苗試験
- エ.コマツナ栽培試験

(4)まとめ

3.コーヒー粕の作物生育阻害因子の検討 ..... 19

(1)はじめに

(2)材料および方法

- ア.80L 容試験堆肥化装置を用いたコーヒー粕堆肥化試験
- イ.コーヒー粕の各種処理による作物生育抑制因子除去法について
- ウ.コーヒー粕堆肥化による窒素無機化傾向の変化について
- エ.コーヒー粕堆肥化による含有窒素形態の変化について
- オ.コーヒー粕添加による土壌中の有効態リン酸含量の変動
- カ.コーヒー粕施用培土への窒素成分添加量の違いが作物生育に及ぼす影響
- キ.コーヒー粕が各種作物の生育に及ぼす影響

(3)結果および考察

- ア.80L 容試験堆肥化装置を用いたコーヒー粕堆肥化試験
- イ.コーヒー粕の各種処理による作物生育抑制因子除去法について
- ウ.コーヒー粕堆肥化による窒素無機化傾向の変化について
- エ.コーヒー粕堆肥化による含有窒素形態の変化について
- オ.コーヒー粕添加による土壌中の有効態リン酸含量の変動
- カ.コーヒー粕施用培土への窒素成分添加量の違いが作物生育に及ぼす影響
- キ.コーヒー粕が各種作物の生育に及ぼす影響

(4)まとめ

4.おからコーヒー粕混合堆肥製造法の開発 ..... 29

(1)はじめに

(2)材料および方法

- ア.おからとコーヒー粕混合堆肥化の材料配合比率の検討
- イ.連続堆肥化試験
- ウ.おからコーヒー粕混合堆肥によるトマト育苗試験
- エ.おからコーヒー粕混合堆肥圃場施用試験
- カ.おからコーヒー粕堆肥の成型化(ペレット化)法の検討

(3)結果および考察

- ア.おからとコーヒー粕混合堆肥化の材料配合比率の検討
- イ.連続堆肥化試験
- ウ.おからコーヒー粕混合堆肥によるトマト育苗試験

エ.おからコーヒー粕混合堆肥圃場施用試験	
カ.おからコーヒー粕堆肥の成型化(ペレット化)法の検討	
(4)まとめ	
5.コーヒー粕のキノコ栽培培地への利用と廃培地の農業利用 .....	37
(1)はじめに	
(2)材料および方法	
ア.各種キノコのコーヒー粕含有培地での生育の可能性の調査	
イ.コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討	
ウ.コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地の堆肥化試験	
エ.コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地による作物栽培試験	
(3)結果および考察	
ア.各種キノコのコーヒー粕含有培地での生育の可能性の調査	
イ.コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討	
ウ.コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地の堆肥化試験	
エ.コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地による作物栽培試験	
(4)まとめ	
6.第2章総括(おからコーヒー粕の農業利用) .....	42

### 第3章 生ごみ処理装置での生ごみ分解条件の検討

1.微生物分解型生ごみ処理装置での処理条件と処理物の特性の関係の検討 .....	43
(1)はじめに	
(2)材料および方法	
ア.微生物分解型生ごみ処理装置の現地試験による生ごみ分解関連因子の検討	
イ.モデル試験による各種条件下での生ごみ分解状態の検討	
イ-①各生ごみ素材の分解特性の検討	
イ-②塩分、油脂存在下での生ごみの分解状況の検討	
イ-③米飯の分解特性の検討	
ウ.生ごみ処理物の特性の検討	
ウ-①生ごみ処理物の含有油脂と pH の関係	
ウ-②生ごみ処理物の有機酸成分と pH の関係	
ウ-③事業所用生ごみ処理装置処理物の微生物特性	
(3)結果および考察	
ア.微生物分解型生ごみ処理装置の現地試験による生ごみ分解関連因子の検討	
イ.モデル試験による各種条件下での生ごみ分解状態の検討	
イ-①各生ごみ素材の分解特性の検討	
イ-②塩分、油脂存在下での生ごみの分解状況の検討	
イ-③米飯の分解特性の検討	
ウ.生ごみ処理物の特性の検討	
ウ-①生ごみ処理物の含有油脂と pH の関係	

ウ-②生ごみ処理物の有機酸成分と pH の関係

ウ-③事業所用生ごみ処理装置処理物の微生物特性

(4)まとめ

2.微生物分解型生ごみ処理装置菌床の改良技術の検討 ..... 60

(1)はじめに

(2)材料および方法

ア.各種資材の菌床としての適性の検討

イ.複数資材の混合による高機能性菌床の作成の検討

ウ.菌床資材の混合割合の検討

(3)結果および考察

ア.各種資材の菌床としての適性の検討

イ.複数資材の混合による高機能性菌床の作成の検討

ウ.菌床資材の混合割合の検討

(4)まとめ

3.第3章総括(生ごみ処理装置での生ごみ分解条件の検討) ..... 65

#### 第4章 生ごみ処理物の農業利用法の検討

1.生ごみ処理物のノイバウエルポットによる植害試験 ..... 67

(1)はじめに

(2)材料および方法

(3)結果および考察

(4)まとめ

2.生ごみ処理物に含まれる油脂分の影響 ..... 68

(1)はじめに

(2)材料および方法

ア.生ごみ処理物中の油脂分の作物生育への影響

ア-①生ごみ処理物への食用油添加の窒素無機化傾向及び作物生育への影響

ア-②油脂の土壌施用による作物生育への影響

ア-③生ごみ処理物含有油脂成分の影響の検討(油除去製品の特性の検討)

イ.生ごみ処理物油脂分の簡易測定法の検討

(3)結果および考察

ア.生ごみ処理物中の油脂分の作物生育への影響

ア-①生ごみ処理物への食用油添加の窒素無機化傾向及び作物生育への影響

ア-②油脂の土壌施用による作物生育への影響

ア-③生ごみ処理物含有油脂成分の影響の検討(油除去製品の特性の検討)

イ.生ごみ処理物油脂分の簡易測定法の検討

(4)まとめ

3.生ごみ処理物の内容成分特性の検討 ..... 73

(1)はじめに

(2)材料および方法

(3)結果および考察	
(4)まとめ	
4.神奈川県内で製造されている牛ふん堆肥の特性 .....	79
(1)はじめに	
(2)材料および方法	
(3)結果および考察	
ア.堆肥の成分特性について	
イ.堆肥抽出液による発芽試験	
(4)まとめ	
5.生ごみ処理物と牛ふんを混合した高品質堆肥製造利用法の検討 .....	83
(1)はじめに	
(2)材料および方法	
ア.生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化試験	
イ.製品内容成分分析	
ウ.ポット栽培試験(コマツナ)	
エ.生ごみ処理物牛ふん混合堆肥によるキャベツ栽培試験	
(3)結果および考察	
ア.生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化試験	
イ.製品内容成分分析	
ウ.ポット栽培試験(コマツナ)	
エ.生ごみ処理物牛ふん混合堆肥によるキャベツ栽培試験	
(4)まとめ	
6.生ごみ処理装置の圃場残さ処理への応用 .....	88
(1)はじめに	
(2)材料および方法	
ア.家庭用生ごみ処理装置を用いた圃場残さ処理のモデル試験	
イ.圃場残さ処理物を用いた栽培試験	
ウ.事業系生ごみ処理装置を用いた実用化試験	
(3)結果および考察	
ア.家庭用生ごみ処理装置を用いた圃場残さ処理のモデル試験	
イ.圃場残さ処理物を用いた栽培試験	
ウ.事業系生ごみ処理装置を用いた実用化試験	
(4)まとめ	
7.第4章総括(生ごみ処理物の農業利用法の検討) .....	94
 第5章 総合考察 .....	 97
論文内容の要旨 .....	104
謝辞 .....	110
Summary .....	111
引用文献 .....	117

**BULLETIN OF THE  
KANAGAWA AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER**

**No.148  
Mar.2006  
Contents**

**Studies on the Composting of Food Wastes and the Agricultural Application**

..... M. TAKEMOTO .....1-121



# 食品廃棄物の堆肥化とその農業利用に関する研究

竹本 稔

## Studies on the Composting of Food Wastes and the Agricultural Application

Minoru TAKEMOTO

### 第1章 緒論

#### 1. 神奈川農業の実態

神奈川県は、県土面積2415km<sup>2</sup>、人口863万人(2003年)で全国でも有数の都市化の進んだ地域であるが、この中で農地は県土の約9%、第一次産業就業者人口比率は、約1%であり、農林水産業の県内総生産に占める割合0.2%にすぎない状況である(神奈川県環境農政部 2003)。

農業基盤は大きくないが、土地生産性(農耕地単位面積当たりの生産額)は全国4位(平成13年度)と高い順位となっている。農業産出額に占める野菜の比率が44.4%(全国平均23.1%)と高く、中でもキャベツ、ダイコンは、全国5位、ホウレンソウ7位、カボチャ8位など高いシェアを占めている。また、野菜全般では、284万人分の消費に当たる量を生産しており、これは、茨城県や広島県の人口に相当する量である。その他、花卉類では、ばら、シクラメンで全国4位と高いシェアを占めている。

地域別にみると、横須賀三浦地区が、キャベツ、ダイコンなどの全国有数の産地である他、湘南地区では、トマト、バラなどの施設園芸を中心として、横浜川崎地区では、農業振興地域を中心に、ほうれんそう、キャベツ、花壇苗な

どの大消費地に立地する利点を生かした農業生産が行われる等地域特性を生かした農業生産が行われている。

また、安全な農産物の安定供給、地元の新鮮な農産物を購入したいなどの県民の期待の他、水源かん養機能や景観維持などの公益的な面でも期待も大きい。

このようなことから、神奈川県では、都市の中の神奈川らしい農業の確立のために かながわ農業活性化計画を策定し、県内農業の振興に努めている。この中では、都市環境に寄与する農業の指針を定めており、計画の推進のためには、都市部の消費者との連携強化、環境保全型農業の推進が不可欠である。

#### 2. 有機物の施用による土づくり

土壌有機物は、土壌の物理的、化学的及び生物的性質を良好に保ち、また、可給態窒素等の養分を作物等に持続的に供給するために極めて重要な役割を果たすが、徐々に消耗していくものであるため、年ごとの堆肥等の適正な施用により、これを補給していくことが必要である。

土壌中の有機物含有量の推移については、農林水産省の地力保全基本調査、地力実態調査、土壌環境基礎調査での調査によると、水田について土壌中の有機物の含有率は、昭和34~44年

当時5.09%であったものが、平成元年～5年には4.84%に減少している。普通畑については昭和34～44年当時6.96%であったものが、平成元年～5年には6.59%に減少しており、この要因としては、堆肥の施用量の減少が考えられる<sup>2)</sup>。

堆肥の施用量については、水稲は農林水産省の「農業経営統計調査報告」(米及び麦類の生産費)において調査しており、昭和40年には堆肥施用量が545kg/10aであったものが、平成9年には125kg/10aと約1/5になっている(猪俣 2002)。

神奈川県でも1979年から1997年にわたって行われた土壤環境基礎定点調査において有機物施用の有無について調査を行っているが、普通畑の有機物施用有の地点の割合は1巡目調査(1979年～1982年調査)で90%であったのに対し、4巡目調査(1994年～1997年調査)では46%と減少傾向にあった(山田 上山 2001)。

農地の土壌は農業生産の基礎であり、地力を増進していくこと(土づくり)は農業の生産性を高め、農業経営の安定を図る上で極めて重要であり、地力を維持増進してゆくためには、有機物の施用は重要であるが、このように有機物の施用は減少傾向にある。これは、化学肥料への依存度の上昇と労働力の高齢化が要因と考えられる。

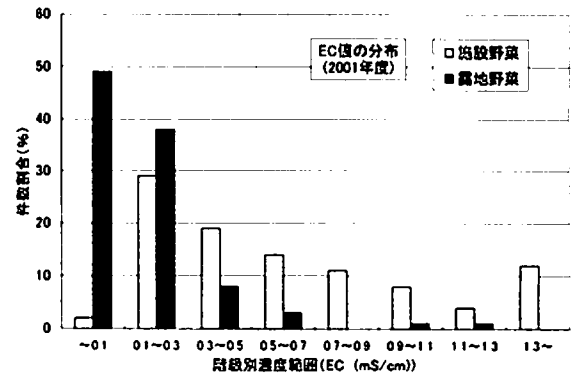
1997年に施行された地力増進基本指針(農林水産省 1997)(安西 1998)(安西ら 1999)では、化学肥料への過度の依存により堆きゅう肥の施用量の減少を招いていると同時に、特に畑地や果樹畑では、土壌・作物診断に基づかない過剰な施肥等により、有効態りん酸含有量の過剰や塩基バランスの悪化が認められる土壌が増加しているとされ、これを解消し、地力を維持増進してゆく方策として、有機物施用の必要性和適正施肥の重要性が明示された。

### 3. 神奈川県の農地の現状

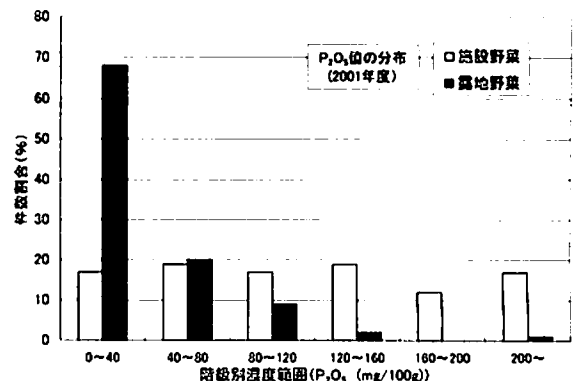
神奈川県では、1971年より土壤診断プログラム(DSPシリーズ)により土壤診断データの収集が行われており(藤原 1985, 1989)、土壤診断デー

タを用いた県内農地土壌の状態の変遷が作物別、地域別等様々な型での集計解析が県試験研究機関、普及センター等でなされている(藤原 1991a, 藤原 1991b, 加藤 1999, 横山 2000, 田村 2001, 吉牟田 2002, 宮崎 2003)。

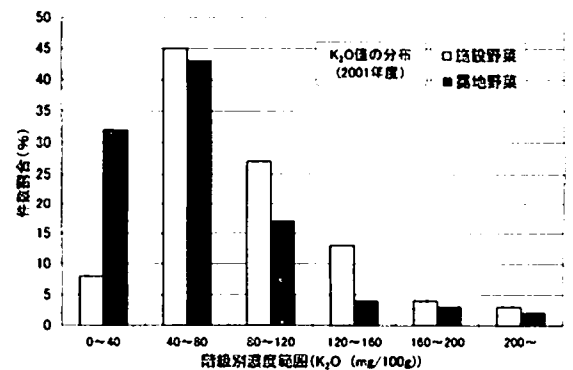
第1～3図、第1表に県央地域普及センターにおける2001年度の調査データの取りまとめの事例を示した(宮崎 2003)。



第1図 県央地域農業改良普及センターの土壤診断実績



第2図 県央地域農業改良普及センターの土壤診断実績



第3図 県央地域農業改良普及センターの土壤診断実績

第1表 県央地域農業改良普及センター

## の土壤診断実績

部門	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> -N (mg/100g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
施設野菜	5.8	0.6	25.7	119	537	137	90
露地野菜	5.6	0.2	4.1	38	376	48	63
施設花卉	6.1	0.6	21.2	149	547	147	130
果樹	5.7	0.1	2.9	95	383	73	99

(各項目平均値 2001年度)

露地畑土壤では、各地域により異なるが、全般的には土壤診断の実施により土壤化学性は、適正域に保たれている。しかし、集約的な栽培を行い多肥傾向にある畑や堆肥施用年数が多い畑はリン酸、カリを中心に集積傾向にあった。また、施設畑土壤では、圃場ごとの違いも大きい。また、全体的にリン酸、カリが集積傾向であった。

以上のように県内の土壤では、多肥傾向にある畑や堆肥施用年数の多い畑、施設畑などでリン酸、カリを中心に養分が集積する傾向が見られている。このため、有機物施用による土づくりの推進する場合、地力増進基本指針(農林水産省 1997)でも示されているように土壤の塩基バランスを考慮した対応が必要であると同時に堆肥に含まれる養分を考慮した施肥が必要となる。

## 4. 環境面からみた未利用有機性資源の農業利用の位置づけ

従来、都市から排出される未利用の有機質資源(有機性廃棄物)は自治体等によって収集され、焼却されるのが、ひとつの処理方法であったが、最終処分場の不足やダイオキシン問題(中崎ら 1997)などによって生活環境悪化の要因ともなっている。このため、焼却を主とした廃棄物処理が困難となり、廃棄物の減量化、再資源化が重要な社会的課題となっている。

これらの廃棄物の中には、微生物処理(堆肥化など)をおこなうことによって肥料等として有効利用可能な有機性廃棄物が多く含まれており、廃棄物の減量化の観点からも肥料や飼料として

の有効利用が求められている。

生物系廃棄物リサイクル研究会の報告(生物系廃棄物リサイクル研究会 1999)では農業利用可能な生物系廃棄物としてはイナワラ、籾殻をはじめ、家畜ふん尿の他汚泥、各種の食品廃棄物などがあり、これらの有効利用の推進は重要な問題であるとされている。その中でも食品廃棄物の再生利用率は、10%に満たない状況でその大部分は焼却・埋め立て処分されている。また、特に一般廃棄物に属する食品廃棄物のリサイクル率は、肥料(堆肥)として僅か0.3%に過ぎない状態であり、この要因としては、廃棄物の発生が都市部に偏在していること、従来の堆肥材料と特性が異なること等があると考えられる。

また、2002年12月には、バイオマス・ニッポン総合戦略(農林水産省 2003)が閣議決定された。これは、稲わら、もみ殻や間伐材等の未利用バイオマス及び下水汚泥、家畜排せつ物や食品廃棄物等の廃棄物バイオマスを原料としてエネルギーや生分解性プラスチックや工業原料の製品や肥・飼料等さまざまな用途に活用して、持続的に発展可能なリサイクルシステムを構築し、「地球温暖化の防止」、「循環社会の形成」、「競争力のある新たな戦略的産業の育成」、「農山漁業、農山漁村の活性化」を実現しようとするものである。エネルギー利活用の技術としてはメタン発酵によるエネルギー回収があり、最近食品廃棄物でも普及し始めている。しかし、有機性廃棄物の利活用の現状は、堆肥化による農地還元が殆どである。このため、有機性廃棄物の堆肥としての農業利用技術はバイオマス・ニッポン総合戦略の中でも重要な技術となると考えられる。

## 5. 環境保全型農業での未利用有機物の位置づけ

一方、農業分野でも農業活動の環境への影響が重要視されており、1999年7月には「食料・農業・農村基本法」が公布施行され、自然の持つ物質循環機能を最大限に生かし、自然環境へ

の負荷を最小限にした型の農業である環境保全型農業の推進が位置付けられた(風野 1995, 農林水産省農業環境技術研究所 1995)。神奈川県においても1997年度に環境保全型農業推進基本方針の策定や環境保全型農業栽培の手引(神奈川県環境農政部農業振興課 2001)の発行を行い、環境保全型農業を推進している。

環境保全型農業では、天敵等の利用による減農薬栽培と同時に、減化学肥料栽培及び有機質資材の有効利用による土づくりの推進、地力の維持、増進など(吉池 1982, 岩本 三輪 1985, 大塚 1992, )が提唱されている。このため、未利用の有機質資源(有機性廃棄物)の堆肥化や肥料化によるリサイクル技術開発は環境保全型農業推進においても重要な要素の一つとなる。

また、農林水産省では、「環境保全型農業技術指針」(農林水産省 1995)を策定し、環境保全型農業における各種技術の役割、重要性等についてとりまとめているが、この中でも土づくり、未利用有機質資源の有効利用は重要な技術として位置づけられている(藤原 2000)。このように、有機性廃棄物の有効利用は、環境面では、廃棄物の減量、環境への負荷の軽減、一方、農業面では、土づくり資材の農地への供給と両面より有効な手段となる。

#### 6. 神奈川県における未利用有機性資源農業利用推進施策について

生ごみ等の都市部より排出される有機性廃棄物については、種類が様々であること、その利用方法が明らかにされていないこと等の理由から、その利用が普及していないのが現状である。しかし、都市部に隣接している神奈川県においては、これらの都市廃棄物を農業利用してゆくことは、重要な課題である。

神奈川県では未利用資源農業利用推進計画(マスタープラン)(神奈川県環境農政部農業振興課 2002)を策定し、未利用有機物の農業利用を推進しており、この中では、イナワラなどの農業系廃棄物に加え、生ごみなどの都市廃棄物につい

てもそれぞれリサイクル率の目標値を設定するとともに、環境保全型農業の推進、食品リサイクルの推進が提言されている。

また、未利用資源有効利用の推進のための課題として未利用資源の地域的偏在、需要の季節間差等に起因する需給アンバランスの解消、堆肥品質の確保、関係機関の連携強化などを上げ、これらの実現のための方策を推進協議会等によって検討している。

#### 7. 本研究の位置づけ

以上に示したように本県においては、農地では、土づくりが重要である反面、施肥量の増加により施設畑を中心にリン酸、カリ等での養分過剰な状態にある畑が多い状態にある。

また、環境面では、有機性廃棄物の農業利用が求められているが、有機物は材料、熟度、製法等によりその特性が異なり、品質によっては、作物の生育に悪影響を及ぼす(藤原 1988)。

このため、従来の堆肥材料であるイナワラ、家畜ふんを利用して製造された堆肥とは、食品廃棄物により製造された堆肥の特性は異なるため、各材料の特性を把握し、その特性にあった適正な利用をすることが重要である。

このため、環境保全型農業の一翼を担う未利用有機物の有効利用の推進のためには、各材料の特性に基づいた堆肥化方法、その利用方法の確立が必要であり、特に、生ごみを原料とする堆肥については、その品質について不安視する声も多いため、その特性把握、利用法の確立は重要な課題である。

そこで、本研究では、県内で処理が問題となっている食品廃棄物のおから、コーヒー粕、生ごみ(家庭系、事業系)を対象にその農業利用技術について検討した。

#### 8. おからの排出状況

おから(豆腐粕)は、従来家畜の飼料や食用として有効に使われていた。しかし、近年、貿易の自由化や円高などによる海外からの輸入飼料

の増加や、食生活の変化によってこの方面での使用が減少している。このように、おからの需要が減少した今日、おからは、含水率が高く、分解が速く腐敗しやすいため貯蔵が困難であり、また生産者は零細企業が多く処理設備が設置困難であることなど、その処理に多くの問題をかかえている。農林水産省食品流通局食品油脂課の調査によると、1990年の全国の豆腐類(豆腐、油揚げ、凍豆腐)製造のために使用する大豆は545,000tであり、ここ数年はほぼ一定の消費量である。豆腐製造に当たっては、原料大豆の約1.3~1.4倍の生おからが生産され、年間約744,600tのおからが生産されていることになる(農産業振興奨励会 1993)。神奈川県内では、豆腐店は、803事業所(1991年現在)あり、1事業所あたりの平均値では、年間29.3tの大豆を使い、34.4tの豆腐粕を排出している。このため、1年間で27,623トンのおからが排出されている((財)労働科学研究所 1992)。また、全国統計でみれば、70%が飼料、16%が肥料、4%が食品、残り10%が廃棄されているが(渡辺 1994)、特に都市部での有効利用率は低く、神奈川県では約60%が廃棄されており((財)労働科学研究所 1992)、その有効利用が望まれている。

#### 9. コーヒー粕の排出状況

コーヒー粕は、缶コーヒーの需要の増加に伴い、近年その排出量が増加してきている。

コーヒー豆は国内では生産できないためコーヒーは輸入にたよっているが、その大部分は生豆として輸入され、年間301,050t(1991年)にも及んでいる。コーヒー粕の発生量は、生豆の品質や焙煎度、抽出条件、粕の水分量によって異なるが、生豆の1.5~2.5倍(平均2倍)程度と仮定すると、この際排出されるコーヒー粕は、約60万トンにも及ぶと試算される(農産業振興奨励会 1993)。神奈川県内では、コーヒー粕を排出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1万トン程度が排出されており((財)労働科学研究所 1992)、その有効利用が望まれ

ている。

#### 10. 生ごみの排出状況と生ごみ処理装置を利用した生ごみ処理法

生ごみについては、2001年6月に、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)(高梨 2000, 末松 2001)が制定され、事業所等が排出する生ごみの減量化や有効活用が義務付けられ、肥料化などによる有効利用が求められている。また、本法律は、2006年度には、完全施行されるため、現在、生ごみを素材とした肥料や堆肥が農地で利用される場合が増加しつつある。

生ごみは、家庭はもちろんチェーンレストラン、ファーストフードで代表される外食産業、スーパーマーケット、事業所食堂等から全国で年間2000万トンにもものぼる量が排出されている(生物系廃棄物リサイクル研究会 1999)。また、家庭から排出されるごみ総量に占める生ごみの割合については、各種の報告(川本 1995, 農村生活総合研究センター 1998)があり、全ごみ排出量の約20~30%程度と高い割合を占めるとされている。

生ごみは、おからやコーヒー粕等の産業廃棄物が工場等で大規模に排出されるのと対称的に分散して排出される。このような特性を持つ生ごみを衛生的、効率的に処理する生ごみの減量化、有効利用の手法として、近年、電動の生ごみ処理装置が普及してきており、現在、多数のメーカーより生ごみ処理装置が発売されている(月刊廃棄物 2000)。この種の装置では得られる処理物(以降生ごみ処理物と表記)を堆肥や肥料として利用できることがうたわれており、各自治体では、装置購入に際しては、補助をおこなったり、装置の性能テストをおこなったりしている(東京都清掃局 1998, 国民生活センター 2000, 東京都消費者生活センター 1997)。

## 11. 本研究の概要

本研究では、まず、第2章では、神奈川県内の代表的な食品廃棄物であるおから、コーヒー粕を対象に密閉型縦型堆肥化装置による堆肥化について検討を行い、それぞれの堆肥化条件を明らかにするとともに、おから、コーヒー粕の混合堆肥化、コーヒー粕のキノコ栽培培地としての利用等を検討することにより、両有機性廃棄物の農業利用の方向性を示した。

続いて、第3章では、一般廃棄物でその排出量が多いこと、排出が小規模であること等からその処理が問題視されている生ごみについて、近年、普及してきている生ごみ処理装置により得られる生ごみ処理物を対象にその処理形態と処理物特性の関係などについて解析することにより、生ごみ処理物の農業利用面からみた特性について整理した。

更に、第4章では、神奈川県内の土づくり資材である牛ふん堆肥及び生ごみ処理物の成分特性、生ごみ処理物含有油脂分の作物生育への影響等について調査研究するとともに、これと、生ごみ処理物の混合堆肥化利用について調査研究し、その有用性を示した。併せて、重量野菜産地の三浦地域でその処理が問題となっている圃場残さの生ごみ処理装置を利用した処理法の有用性及び処理物の特性についても検討した。

本研究は、以上のような調査研究を通じ、都市部に隣接した神奈川県内の主要な食品廃棄物の特性、堆肥化条件、農業利用方法についてを調査研究することにより、県内の食品廃棄物の適正な農業利用を促進するための指針を明らかにすることを目的としたものである。

## 第2章 おから、コーヒ粕の有効利用技術の開発

### 1. 縦型堆肥化装置を用いたおからの単独堆肥化試験

#### (1) はじめに

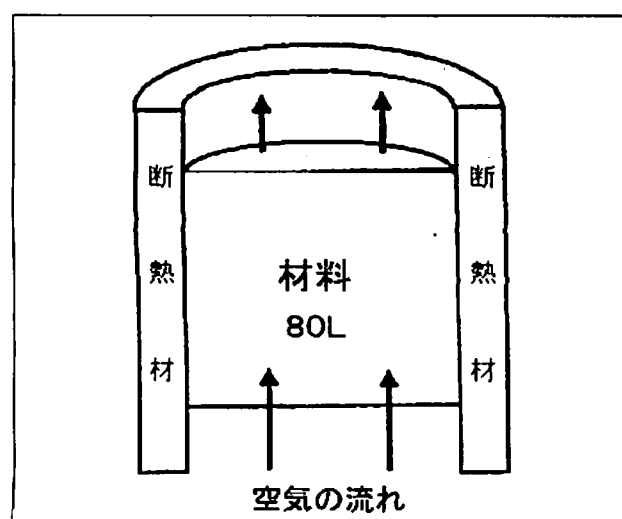
おから(豆腐粕)は、水分が多く扱いにくいこと、その分解が速く腐敗しやすいため貯蔵ができないこと、豆腐製造業の多くが零細企業であり、処理設備を独自で設置するのは困難であることなど、その処理で多くの問題をかかえている。これらの問題を解決するための方法として、おからを肥料化し有効利用する技術開発が望まれている。

そこで、おからの堆肥化に対する特性を知るために、おから単独での堆肥化方法とその作物に対する効果について検討した。

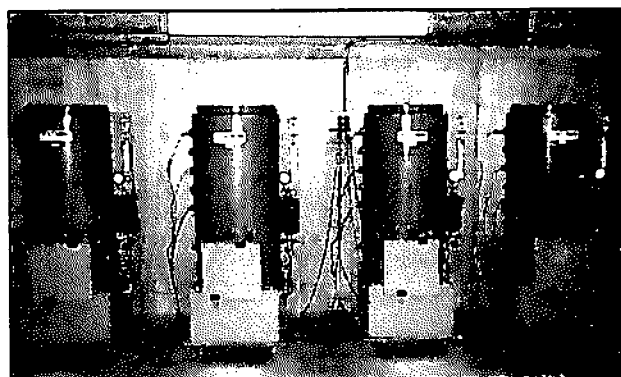
#### (2) 材料および方法

##### ア. 堆肥化条件検討試験

(ア)試験区構成：おからの基礎的な堆肥化条件を知るために、80L容通風装置付試験堆肥化装置(東海プラントTP80)を用い、含水率、通気量および微生物資材の影響について検討した。装置の構造は第4図、第5図に示した。



第4図 80L容通風装置付試験堆肥化装置  
(東海プラントTP80)



第5図 80L容通風装置付試験堆肥化装置  
(東海プラントTP80)

#### ア) 最適含水率試験

乾燥空気で乾燥させたおからを用いて、おからの含水率を40~80%まで10%きざみで5段階設定した。空気量は10L/min、試験期間は8日間とし、分解促進剤として一次堆肥化物を10%混合した。

#### イ) 最適通気量試験

おからの含水率を65%、分解促進剤として一次堆肥化物を10%混合したうえで、空気流量を5, 8, 10, 12, 15, 25, 40L/minに設定し、7日間処理を行った。

#### ロ) 微生物資材の比較試験

微生物資材は、資材B(バウムフード)、資材K(キレーゲン)、資材N(NK-52)、資材O(オーレスC)の4種類の効果を検討した。微生物資材の混合量は、第1回目は5%、その一次発酵物をリターンとして利用する場合は10%に相当する量を添加した。おからの含水率は65%、空気流量は10L/min、試験期間は7日間とした。

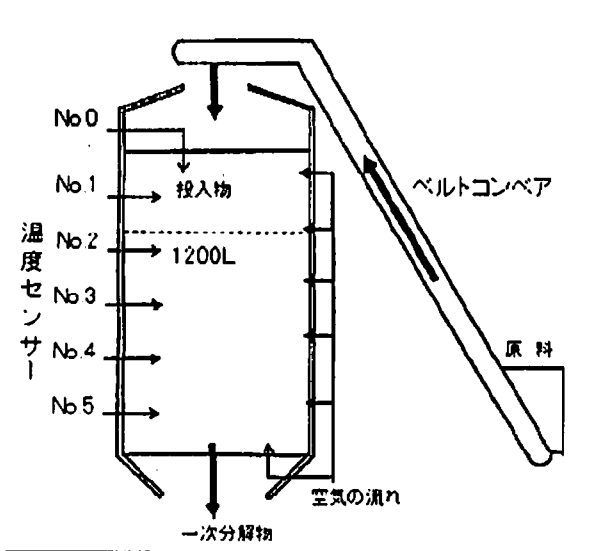
#### エ. 連続堆肥化試験

(ア)供試材料：豆腐店(平塚市金目)から産出されるおから(120kg/日使用)

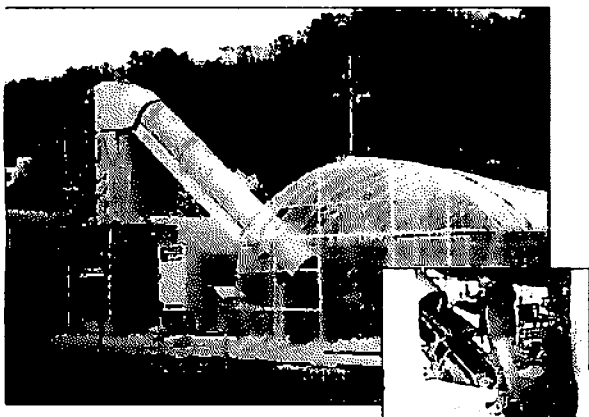
#### (イ)試験規模：

一次分解 1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置(東海プラント(株)、ピオロータリー)

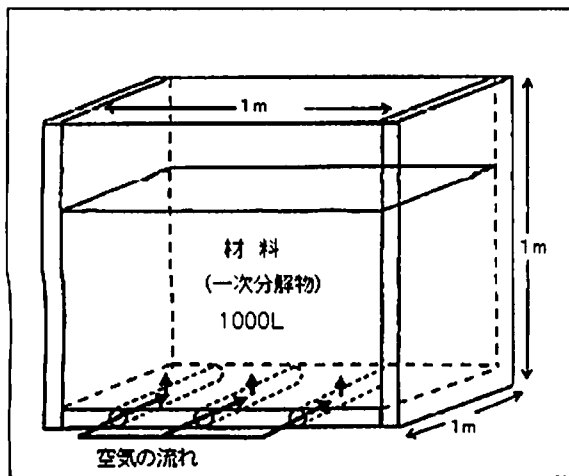
二次分解 1000L容通風装置付箱型二次堆肥化装置 なお、各試験装置の構造は第6~9図に示した。



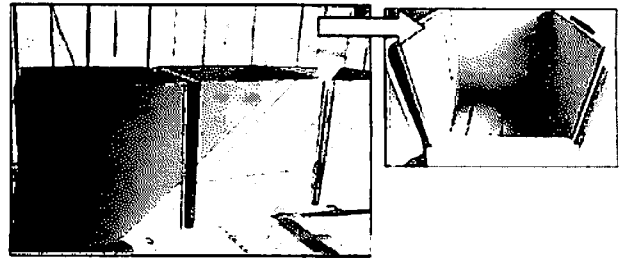
第6図 1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置



第7図 1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置



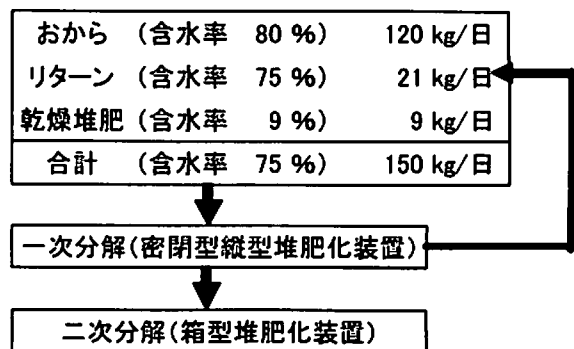
第8図 1000L容通風装置付箱型二次堆肥化装置



第9図 1000L容通風装置付箱型二次堆肥化装置

(ウ)試験方法：

一次堆肥化装置(1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置)への原料投入は1日1回とし、1993年4月7日から7月14日まで休日を除き計61回にわたって連続投入した。そのフローを図10に示した。1回の投入量は150kg(約300L)とし、おから120kgに対し、水分調節を目的として乾燥させたおから堆肥(乾燥堆肥)を9kg、1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置での一次発酵物を21kg使用した。これらの原料を混合攪拌した後、1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置に投入した。なお、一次堆肥化装置から切り出し品が出るまでの最初の10日間は、オガクズを重量比で10%混合した。堆肥化物は、試験10日目より下部より順次取り出しを行い、種堆肥としての混合する分以外は、二次堆肥化装置に投入した。また、7月14日に投入終了後、7月21日全量を取り出し二次堆肥化装置に投入し、9月1日まで堆積処理を行った。この間、切り返しを7月21日に行った。



第10図 連続堆肥化試験フロー



## (エ)測定項目

ア)堆肥化装置槽内温度変化

イ)重量変化

ウ)含水率：105℃加熱乾燥法

エ)粗灰分：550℃加熱灰化法

オ)全窒素含量：ケルダール法で測定

カ)無機成分：Ca, Mg, K, Naは湿式分解後、原子吸光光度計で測定した。リン酸はモリブデンアンモニウム法により測定した(農林水産省農蚕園芸局農産課 1979)。

## ウ. トマトの育苗試験

製造されたおから堆肥を用い、トマトの育苗培土としての適性を検討した。二次分解を終えたおから堆肥を、土壌(褐色森林土、土性CL、腐植を含む)に容積比で5, 10, 20%の割合で混合し、過リン酸石灰で $P_2O_5$ として500mg/L相当量リン酸を補給したものを用土とした。対照として、CDU複合燐加安S555を窒素(N)として450mg/L混合したものと、その半量(225mg/L)混合した区を設置した。

これらの化学肥料区にもおから堆肥区と同様に、リン酸を500mg/L補給した。

品種はホマレ114(サカタのタネ)を用い、12cm角型ポリ鉢に鉢上げ後、ガラス温室内で50日間育苗後、生育調査を行った。

## (3) 結果および考察

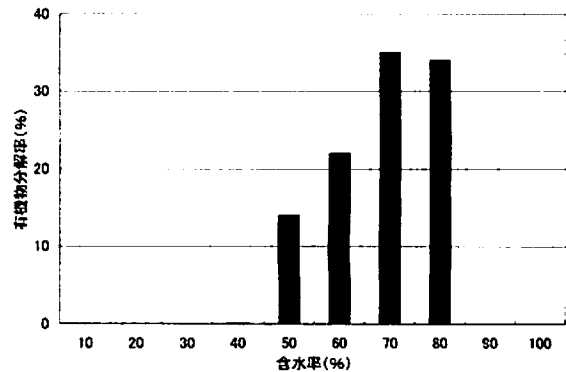
## ア. 堆肥化条件検討試験

## ア)最適含水率試験

乾燥空気で乾燥させたおからを用いて、発酵に最適な含水率を調査した結果を第11図に示した。図は有機物の分解率で表示してあるが、これは堆肥化処理前の有機物量(水分と灰分を除いた値)から、堆肥化処理後の有機物量を引き、堆肥化処理前の有機物量で除した値である。

第11図に示したように、含水率40%ではほとんど分解しなかったが、50%から70%までは含水率に比例して分解率が向上し、含水率70%では7日間で約35%の有機物が分解した。また80%では70%よりやや分解率が減少したものの高い

分解率を示し、最適堆肥化含水率は70~75%程度であると推定された。おからの含水率は80%程度であり、通気を十分に行えばおからは水分調節をしなくても堆肥化が可能と考えられた。

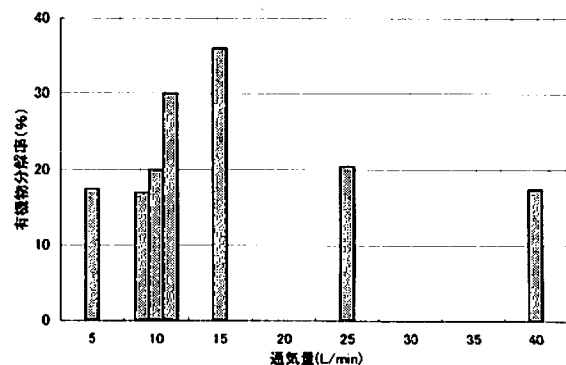


第11図 おから単独堆肥化における有機物分解率と含水率の関係

## イ)最適通気量試験

堆肥化に最適な空気の供給量を求めるために、通気量を5, 8, 10, 12, 15, 25, 40L/minについて調査した結果を第12図に示した。8~15L/minの間で通気量の増加に伴い分解率が向上する傾向が認められ、それ以上の通気量では分解率が減少した。しかし40L/minにおいても急激に低下することばなく、25L/minと類似した値であった。

通気量は堆肥化装置の大きさや形状によっても大きく異なるが、この80L容試験堆肥化装置における最適通気量は15~20L/minであると考えられた。



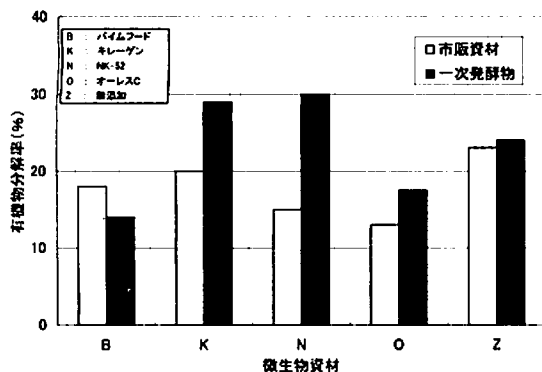
第12図 おから単独堆肥化における有機物分解率と通気量の関係

### ウ) 微生物資材の比較試験

分解促進材として利用可能な微生物資材を検討するために、4種の資材の効果を検討した。連続して2回試験を実施し、1回目は市販資材を重量比で5%混合したが、2回目は1回目の堆肥化物を重量比で10%混合した。また対照区としては微生物資材は使わなかったが他の試験で用いたおから堆肥化物を重量比で10%混合した。結果は第13図に示した。

市販の微生物資材を添加した1回目の試験では、資材により差はみられるものの総て対照区の分解率を下回り、微生物資材の施用効果は認められなかった。しかし、2回目の堆肥化物を添加した試験では、資材Bを除いた総ての資材では効果が増大し、資材Nと資材Kでは対照区を上回った。

以上の結果、おからの堆肥化促進のために有用な微生物資材もあるが、その効果は連続して使用することにより高まることが明らかとなった。これは、微生物資材に含まれる多種類の微生物の中で、おからの発酵に適した微生物が増殖するためと考えられた。



第13図 おから単独堆肥化における

有機物分解率への微生物資材添加の影響

### イ. 連続堆肥化試験

#### 7) 供試資材

本試験に供試した資材の性質を第2表に示した。

おからの含水率は、平均79.2%、最大83.7%、最小77.5%であり、比較的類似した値であった。最大値がやや大きいのは、原料を野外に置いておいたため降雨の影響を受けたものと考えられる。混合物(投入物)の含水率は、平均74.5%、最大78.5%、最小67.5%であり、モデル試験で得られた適正範囲に入っていた。一次分解物の含水率は、平均71.7%、最大76.9%、最小66.4%であり、投入物に比べ3%程度の減少しかみられなかった。

粗灰分は有機物を燃焼させた灰の量を測定したものであり、無機物量を示す値である。おからの平均粗灰分は4.15%、混合物では平均5.11%であるが、一次分解物では平均8.17%、二次分解物では13.86%と大幅に増加した。これは、堆肥化に伴い有機物が減少したためである。

61回の投入に使用した資材は、第2表に示したようにおからが6771kgであったが、これは1日平均111kgに相当する。表中のリターン(種堆肥)及びオガクズは、試験開始当初11回までに使用したものであり、以後はリターン(種堆肥)として切出し物を使用し、水分調節材としては乾燥したおから堆肥を使用した。

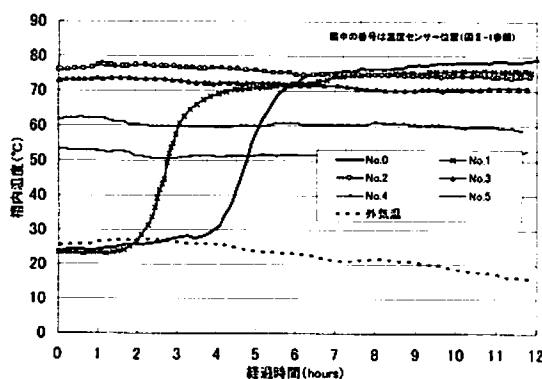
第2表 供試資材含水率、粗灰分の変化

試料名	含水率(%)				粗灰分(%) (乾物当たり)			
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値
おから	79.2	1.16	83.7	77.5	4.15	0.40	4.91	3.10
投入混合物	74.5	2.67	78.5	67.5	5.11	0.63	6.40	3.62
一次分解物	71.7	2.46	76.9	66.4	8.17	0.85	9.69	5.98

### 1) 堆肥化時の温度変化

本試験に用いた縦型密閉型堆肥化装置は、原料を上部から投入し、下部から取り出す方式であり、その模式図と温度センサーの位置を第6図に示した。No. 0～5まで6本の温度センサーがあり、No. 2～No. 5までは、試料の採取が可能な取り出し口が設置されている。この温度センサーで測定した堆肥化時の温度の変化を第14図に示した。No. 1は投入後4時間で70℃になっているが、これはセンサーが前日の投入分と当日の投入分の中間に位置しているためである。当日投入分のNo. 0では投入後6時間で70℃を超え良好な温度上昇がみられた。

センサーのNo. 2～No. 5は活発に分解が行なわれている部分であり、中間部(No. 2, 3)の発熱が著しく、下部(No. 4, 5)では温度は低下しているが、55℃以上の発熱がみられた。二次堆肥化装置に移してから50℃以上の発熱が継続した。毎日、切出し物を投入する方式をとったため、絶えず発熱が継続した。



第14図 おから単独堆肥化時の品温変化

### 2) 内容成分の変化

おから堆肥の成分を分析した結果を第3表に示した。

おからには窒素が多く、リン酸の少ない特徴があるが、堆肥化に伴い窒素は減少し、リン酸やカリは増加する傾向がみられた。二次分解を終えた製品は、窒素3.6%、リン酸2.4%、カリ4.0%と、ややリン酸が少なくカリが高めの製品となった。堆積中に窒素含有率が減少するのは、発熱によりアンモニアとして揮散したためと考えられた。

資材の量と堆肥化に伴う変化を第4表に示した。

一次分解物の含水率は、平均71.7%、最大76.9%、最小66.4%であり、投入物に比べ3%程度の減少しかみられなかった。しかし、二次分解により含水率は大幅に低下し、投入物の半分以上の35.8%になった。この結果、一次分解により含有水分の約65%が蒸散し、二次分解後では原料の約5%まで減少した。この程度の含水率になると乾燥は十分であり、長期間の保存が可能となると思われた。

また、乾物重は約50%分解し、二次分解ではその約40%が分解するため分解前の量の約30%に減少した。この結果、7029kgの原料から708kgの製品ができたことになり、これは原料の約10%に相当する量であった。このように、製品としての歩留まりが低かった。

第3表 おから単独堆肥化における内容成分の変化

試料名	項目	(乾物当たり)					
		T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
おから	平均値	4.36	0.83	1.60	0.31	0.16	0.01
	標準偏差	0.32	0.07	0.12	0.03	0.02	0.011
投入混合物	平均値	4.29	1.06	2.04	0.46	0.21	0.02
	標準偏差	0.36	0.13	0.18	0.05	0.02	0.016
一次分解物	平均値	3.41	1.39	2.63	0.72	0.27	0.04
	標準偏差	0.76	0.25	0.38	0.10	0.04	0.033
二次分解物 7月21日	平均値	3.43	1.87	3.38	0.83	0.34	0.06
	標準偏差	0.05	0.15	0.16	0.04	0.03	0.003
二次分解物 9月1日	平均値	3.63	2.39	4.04	1.06	0.43	0.07
	標準偏差	0.18	0.18	0.04	0.04	0.05	0.002

第4表 おから単独堆肥化における使用資材量と堆肥化に伴う変化

資材名	(kg)						(%)	
	現物重	乾物重	水分量	有機物重	無機物重	含水率	粗灰分	
原 おから	6771	1408	5363	1350	58	79.2	4.2	
リターン(種堆肥)	172	84	88	80	4	51.0	5.0	
料 おが屑	86	54	32	53	1	28.0	1.0	
投入混合物	7029	1546	5483	1483	63	74.5	5.1	
(比)	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	
一次分解物	2722	771	1951	708	63	71.7	8.2	
(比)	( 39 )	( 50 )	( 36 )	( 48 )	( 100 )	( 96 )	( 160 )	
二次分解物(9/1)	708	455	253	392	63	35.8	13.9	
(比)	( 10 )	( 29 )	( 5 )	( 26 )	( 100 )	( 48 )	( 271 )	

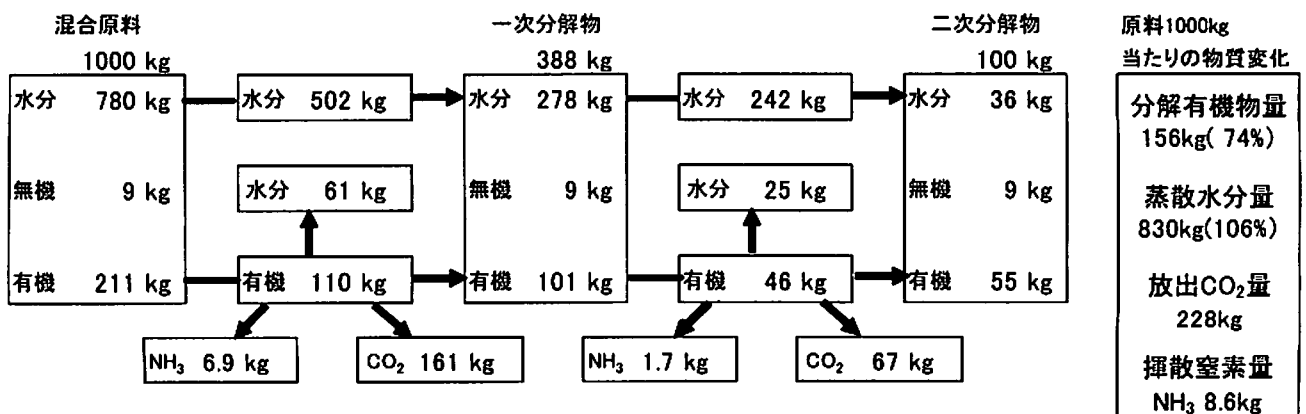
密閉型縦型堆肥化装置による一次分解と、堆積槽(箱型堆肥化装置)による二次分解の水と有機物の物質収支を第15図に示した。

物質収支は有機物を $C_6H_{12}O_6$ とし、二酸化炭素発生量及び有機物からの水の発生量を試算した。また、窒素揮散量については、各段階試料の乾物重量及び窒素含有率から試算した。

1000kgあたりに換算した場合、原料の水分は780kgであり、有機物が211kg、無機物が9kgである。これが一次分解により水分278kg、有機物101kg、無機物9kgとなり、二次分解により水分36kg、有機物55kg、無機物9kgとなった。このように、有機物は一次分解により有機物は52%が分解され、二次分解終了時には74%となり、有機物の2/3が分解された。水分は、原料では780kg

あったものが、一次分解では502kg減少し、二次分解では242kg減少したが、有機物分解に伴い、一次分解では61kg、二次分解では25kg、合計86kgの水が生成されることになる。

このため原料1000kgから830kgの水が蒸散したことになる。このとき、放出される二酸化炭素は228kgと試算された。また窒素の損失はアンモニアとして一次分解で6.9kg、二次分解で1.7kg、合計8.6kgであり、原料に含まれる窒素の75%が損失する結果となった。この窒素の大部分は、アンモニアとなって揮散していると考えられるため、おから単独の堆肥化は悪臭の発生が著しく、何らかの脱臭処理が必要となると考えられた。



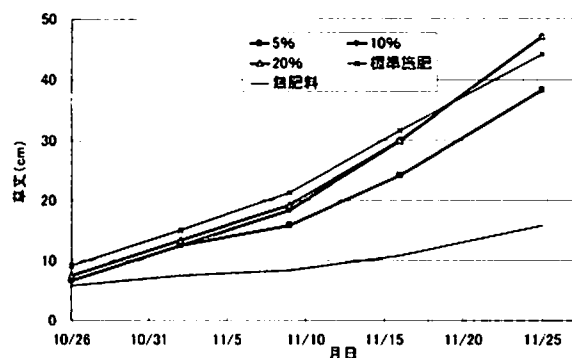
第15図 おから単独堆肥化における物質収支

### ウ. トマトの育苗試験

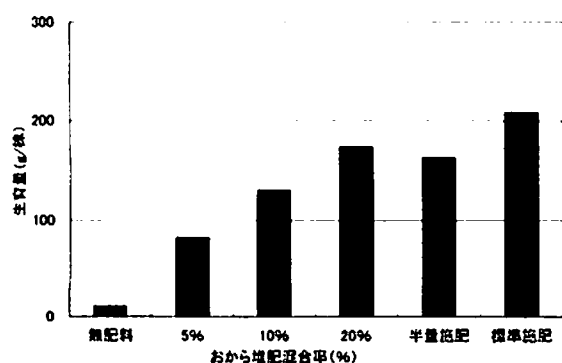
おから堆肥の肥料効果をみるためにトマトの育苗試験を実施した。その結果を第16図、第17図に示した。

通常、トマトの育苗用には化学肥料を窒素、カリそれぞれ250~500mg/L、リン酸を500~1000mg/L施用するが、ここでは、おから堆肥とリン酸肥料だけで栽培試験を実施した。おから堆肥は、容積比で土壤に5, 10, 20%混合したが、おから堆肥の仮比重を0.4とすると、重量比ではそれぞれ2, 4, 9%に相当する。

おから堆肥を施用すると、初期生育は劣るが、後期には同等の生育を示したことから、肥料として利用可能であることが明らかとなった。また、作物体の重量を測定した結果、土壤と20%の混合により、標準施肥に近い生育が可能となり、化学肥料を用いなくておから堆肥だけでトマトの育苗が可能であった。



第16図 おから堆肥化物施用がトマト苗の生育に与える影響 草丈



第17図 おから堆肥化物施用がトマト苗の生育に与える影響 重量

### (4) まとめ

おからを肥料として利用するための試みは、乾燥方法と堆肥化方法がある。乾燥方法は、含水率を約80%の状態から10%以下に低下させるために多大な熱エネルギーを必要とする欠点があるため、ここでは堆肥化方法を検討した。

おからの堆肥化については、久保田(1993, 1994)や磯部・大江(1995)、森下・辻(1994)、森下ら(1994)、本多ら(1994)によるおから家畜糞混合堆肥化等の研究事例はあるが、久保田・中崎(1993)、久保田(1994)の試験は、酵母や乳酸菌を使用した嫌気処理であり、磯部・大江、森下らの試験は、補助的な熱源を用いた急速分解処理である。また、松村(1992)、松村ら(1992)、長谷川・上野(1989)や本多らの試験事例はおから以外のものを混合した試験例であり、おから単独で熱エネルギーを全く加えない堆肥化試験事例の報告はみられない。

おからは含水率が高く腐敗しやすい有機物であるが、本研究の結果、縦型堆肥化装置の利用により混ぜ物をしなくてもおから単独で堆肥化が可能であることが明らかとなった。

縦型堆肥化装置による連続堆肥化試験の結果、おからの堆肥化処理では、一次分解約10日、二次分解2か月程度が必要と考えられた。

また、縦型堆肥化装置を用いた堆肥化には、微生物資材の使用が一般的に行われているが、本研究においては、一次分解を終えた製品をリターン(種堆肥)として混合すれば、特別に微生物資材を添加しなくても堆肥化に適した微生物が連続的に供給され、分解が促進されることが明らかとなった。NAKASAKIら(1992)もおからを用いた堆肥化実験において添加微生物資材の効果がほとんど認められないことをしており、本研究結果と一致する。

製品として得られたおから堆肥によりトマトの栽培試験を実施した結果、育苗用の肥料として使用可能であることが明らかとなった。しかし、おから堆肥の成分は窒素3.6%、リン酸2.4%、カリ4.0%であり、窒素、カリの高めの製品とな

った。おから自体は、水抽出を経た材料なのでカリ含有量は低いが、製品のカリ含有率が高くなったのは、物質収支の試算で示されたように分解過程でのアンモニアの揮散による窒素成分の損失が大きいためと考えられた。

このため、本研究では、微生物脱臭装置を用い、臭気除去をおこなったが、おからを単独で堆肥化する場合には、アンモニア等の揮散による臭気発生が大きいと、脱臭装置の設置などの臭気対策が必要となると考えられた。

また、以上の結果から、おから堆肥は肥料効果の高い良質の堆肥であったが、堆肥製造の過程での窒素成分のアンモニア等臭気物質としての揮散が著しいため、他の炭素率の高い有機物と混合することが必要と考えられた。

## 2. 縦型堆肥化装置を用いたコーヒー粕単独堆肥化試験

### (1) はじめに

コーヒー粕は、缶コーヒーの需要の増加に伴い、近年その排出量が増加してきており、その有効利用が求められている。

コーヒー粕の農業利用方法については、藤原ら(1990)、鬼頭ら(1995)、奥野・鬼頭(1995)、望月ら(1985)、中村ら(1983)、高橋ら(1984)で試験が行われているが、大型の堆肥化装置を用いコーヒー粕単独での堆肥化方法を検討した報告はない。そこで、本項では、コーヒー粕の堆肥化特性を明らかにするため、縦型堆肥化装置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。

### (2) 材料および方法

#### ア. 堆肥化条件検討試験

(ア)試験区構成：前項(第2章 1. (2)ア)と同様に80L容通風装置付試験堆肥化装置(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。

#### 7) 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日間堆肥化処理を行った。

#### 1) 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。

#### 2) 微生物資材の効果の検討

含水率65%のコーヒー粕を用い、資材A(キレゲン)、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、5 L/minとし、7日間堆肥化処理を行った。

#### (イ)測定項目

堆肥化過程の温度変化、重量変化、含水率及び粗灰分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。測定項目は、第2章 1. (2)ア(イ)と同様である(農林水産省農蚕園芸局農産課 1979)。

#### イ. 連続堆肥化試験

##### (ア)供試資材：

富士コカコーラボトリング(株)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た。

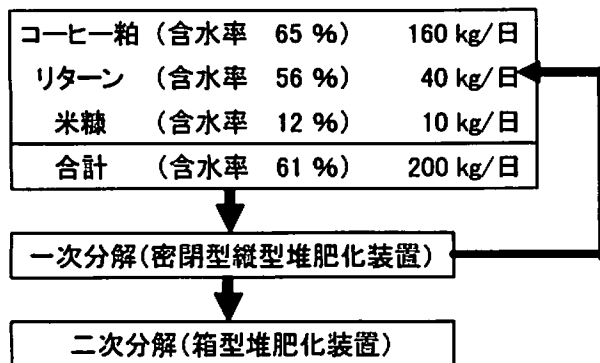
##### (イ)試験規模：

一次発酵、二次発酵とも第2章 1. (2)ア(イ)と同様に一次分解は1200L容強制通風装置付縦型密閉型堆肥化装置、二次分解は1000L容通風装置付箱型堆肥化装置を用いた。

##### (ウ)試験方法

堆肥化処理は、第18図に示したフローにより行った。投入は、1993年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、一次堆肥化物(種堆肥) 40kg、米糠10kgを攪拌・混合したものを1200L容強制通風装置付縦型密閉型堆肥化装置に投入し、一次分解を行った。続いて、11月26日から毎日100kg程度ずつ一次堆肥化物の取り出しを装置下部取り出し口より行い、

二次堆肥化装置に投入し、1994年1月5日まで約2か月間二次発酵を行った。この間、12月10日に切り返しを行った。



第18図 コーヒー粕連続堆肥化試験フロー

(エ)測定項目：以下の項目について、堆きゅう肥分析法(農林水産省農蚕園芸局農産課 1979)に準じて堆肥化過程の変化を調査した。

ア)堆肥化装置内温度変化:データロガー(NEC三栄(株))

イ)含水率:105℃で加熱乾燥法

ロ)粗灰分:550℃で加熱灰化法

ハ)全窒素含有率:ケルダール法で測定

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

ウ. 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。

(ア)供試材料:連続堆肥化試験で二次発酵を終えたコーヒー粕堆肥化物

(イ)試験方法:土壌(褐色森林土, 土性CL, 腐植を含む)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配合燐加安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。12cm角型ポリ鉢に鉢上げ後、50日間、温室内で育苗し、生育調査を行った。品種はホマレ114を用いた。

エ. コマツナ栽培試験

コーヒー粕堆肥化物の施用がコマツナ生育に

及ぼす影響について検討した。

(ア)供試材料:コーヒー粕, 連続堆肥化試験で二次分解を終えたコーヒー粕堆肥化物

(イ)試験区:

コーヒー粕堆肥化物は土壌(褐色森林土, 土性CL, 腐植を含む)に容積比で12.5, 25%混合した区を設定した。

コーヒー粕は土壌(褐色森林土, 土性CL, 腐植を含む)に容積比で12.5%混合した区を設定した。

それぞれ、化学肥料としてCDU配合燐加安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、対照としてCDU配合燐加安S555を1Lあたり1.5g(化学肥料区)及び無肥料区を設定した。

(ウ)試験方法:

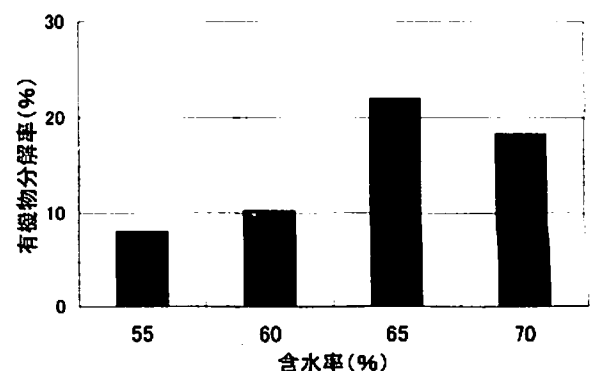
各培土を12cm角型ポリ鉢に充てんし、コマツナ(品種;みすぎ)の栽培収穫調査を行った。栽培期間は、1994年10月5日~11月4日で行った。

### (3) 結果および考察

ア. 80L容試験堆肥化装置試験

(ア)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、第18図に示したように、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19図に示したが、含水率65%で最高分解率を示した。



第19図 コーヒー粕堆肥化での含水率と有機物分

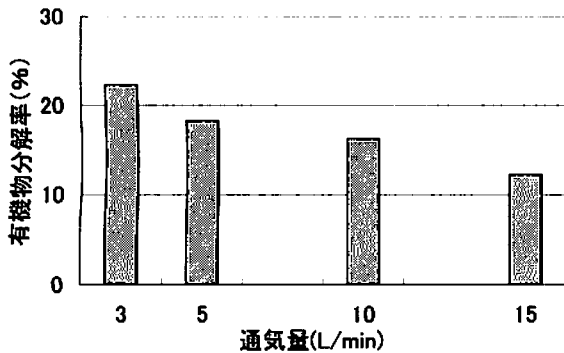
解率の関係

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堆肥化することが可能であることが明らかになった。

(イ)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20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。

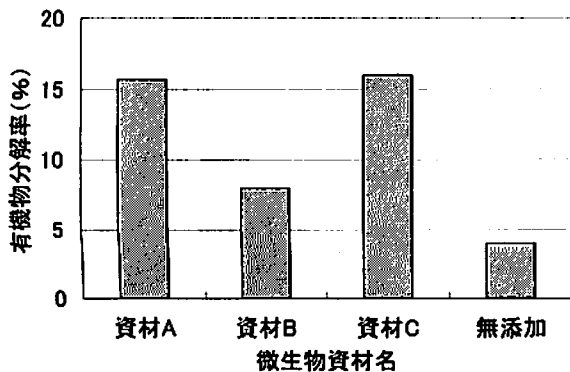
コーヒー粕は、粒子状で空気の流通が良いので空気流量をあまり上げすぎると品温の低下をまねき、分解が不十分になると思われた。



第20図 コーヒー粕堆肥化での通気量と有機物分解率の関係

(ウ)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を第21図に示した。



第21図 コーヒー粕堆肥化時の有機物分解に微生物資材添加が与える影響

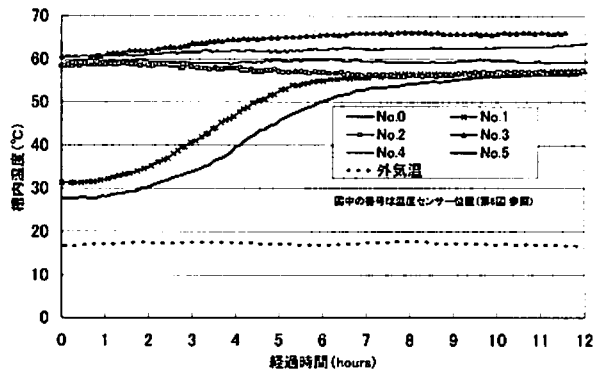
いずれの資材も有機物分解促進効果がみられ、とくに資材A(キレーゲン)と資材C(オーレスC)の効果が高く、すべての資材で無添加に比べ高い有機物分解率を示した。これは、コーヒー粕が、排出直後にはほぼ無菌状態であることに起因するものと考えられた。

イ. 連続堆肥化試験

(ア)堆肥化時の温度変化

堆肥化時の槽内温度の変化は第22図に示したように、60℃を越す高熱が発生し、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。二次堆肥化装置に移してから50℃以上の発熱が継続した。毎日、切出し物(一次分解物)を投入する方式をとったため、絶えず発熱が継続した。このため、温度からは良好な堆肥化処理が進行したと考えられた。

また、米糠はコーヒー粕では不足するリン酸を補うこと及び堆肥化促進のため添加したが、添加しなくても堆肥化温度の上昇に大きな違いはみられなかった。



第22図 コーヒー粕単独堆肥化時の品温変化

(イ)堆肥化過程の物質変化

コーヒー粕堆肥化過程の物質変化を第5表に示した。

縦型密閉型堆肥化装置に、5回にわたってコーヒー粕の投入を行い、コーヒー粕531kg、種堆肥



としてあらかじめ作成してあったコーヒー粕堆肥133kg, 米糠34kgを使用した。有機物量, 水分量は堆肥化の進行とともに減少し, 一次分解終了時で原料に対する残存率は, 有機物で90%, 水分で76%, 二次分解終了時で有機物で59%, 水分で18%となった。このように, 一次分解時の有機物分解は10%と低い値であったが, 二次分解終了までに41%が分解した。

第6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, 前試験で検討した最適発酵含水率であったため, 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

化時には蒸散水分も多かったため, 加水を行う必要もあると考えられた。

また, コーヒー粕の粗灰分については, 平均1.38%と少ないが, 混合物では2.69%と増加している。一次分解物では3.71%, 二次分解物では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徴があるが, 本試験では, これに米糠を混合したため投入物ではリン酸含有率が若干増加していた。このため, 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%の窒素成分の高い製品となった。

第5表 使用資材量と堆積に伴う変化(コーヒー粕連続堆肥化試験)

資材名	(kg)						(%)	
	現物重	乾物重	水分量	有機物重	無機物重	含水率	粗灰分	
原 料								
コーヒー粕	531	188	343	185	2.6	64.6	1.4	
リターン(種堆肥)	133	59	74	57	2.2	56.0	3.7	
米糠	34	30	4	27	3.2	11.7	10.8	
投入混合物	698	277	424	269	8.0	60.7	2.7	
(比)	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	( 100 )	
一次分解物	573	250	323	242	8.0	56.4	3.7	
(比)	( 82 )	( 90 )	( 76 )	( 90 )	( 100 )	( 93 )	( 138 )	
二次分解物(1/5)	242	167	75	159	8.0	30.8	5.3	
(比)	( 35 )	( 60 )	( 18 )	( 59 )	( 100 )	( 51 )	( 198 )	

第6表 コーヒー粕堆肥化時の成分変化

試料名	項目	(含水率以外は乾物当たり)							
		含水率 (%)	粗灰分 (%)	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
コーヒー粕	平均値	64.6	1.38	2.29	0.19	0.34	0.07	0.13	0.01
	標準偏差	1.2	0.08	0.12	0.01	0.16	0.01	0.02	0.004
投入混合物	平均値	60.7	2.69	2.44	0.92	0.75	0.09	0.25	0.01
	標準偏差	2.4	0.30	0.07	0.08	0.08	0.01	0.02	0.002
一次分解物	平均値	56.4	3.71	2.63	0.75	0.87	0.19	0.22	0.01
	標準偏差	3.5	0.95	0.23	0.23	0.40	0.08	0.05	0.003
二次分解物 45日(12/10)	平均値	30.9	3.94	3.04	1.15	1.36	0.17	0.28	0.01
	標準偏差	17.4	0.77	0.37	0.15	0.29	0.06	0.02	0.005
二次分解物 71日(1/5)	平均値	30.7	5.33	3.83	1.66	1.78	0.16	0.34	0.02
	標準偏差	10.1	0.85	0.38	0.03	0.18	0.10	0.04	0.003

(ウ) コーヒー粕堆肥化時の物質収支

第5表の物質変化及び第6表の成分変化を基に、原料1000kgあたりの堆肥化による水と有機物の物質収支を前項(第2章1.(3)イ)に基づき計算した結果を、第23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144kg減少し、二次発酵では356kg減少したが、有機物分解に伴い、一次分解では19kg、二次分解では65kg、合計84kgの水が生成された。このため原料1000kg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と計算された。また窒素の損失はほとんどなく、二次分解終了時で0.39kgであり、原料に含まれる窒素のわずか4%であった。このように、物質収支の面からみた場合、コーヒー粕堆肥化時には、初期の分解率は低い、約2ヶ月間の堆積処理で40%の有機物が分解し、窒素揮散も極めてすくないため、それにともなうアンモニア等の臭気発生も少ないと考えられる。

ウ. トマト育苗試験

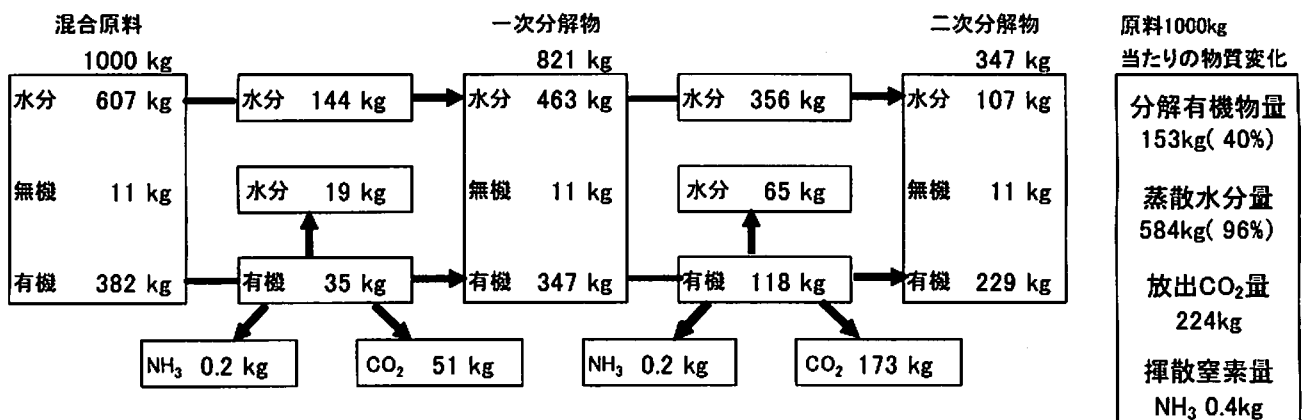
コーヒー粕堆肥化物混合培土でのトマト育苗試験の結果を第24図に示した。

コーヒー粕堆肥を混合すると、製品の窒素含有率は高いものの、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。

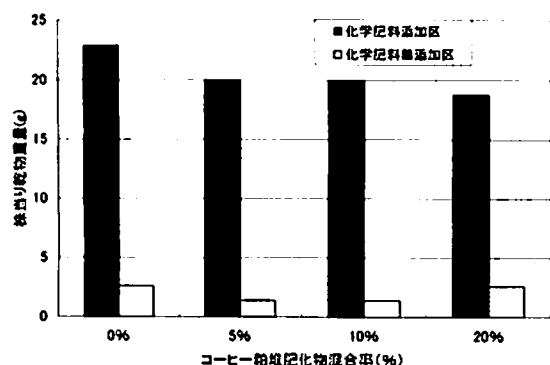
エ. コマツナ栽培試験

コーヒー粕堆肥化物混合培土でのコマツナ栽培試験の結果を第25図に示した。コーヒー粕混合培土でコマツナ栽培を行ったところ、全ての資材施用区で対照区とした化学肥料施用区より生育が劣った。

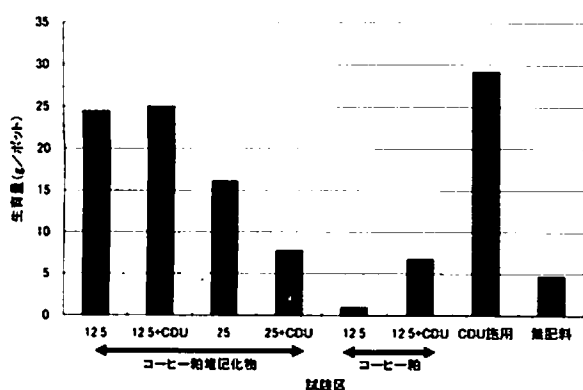
これらの結果から、コーヒー粕堆肥化物の施用は、作物生育促進効果がみられず、逆に生育を抑制する結果を示した。奥野・鬼頭(1995)や望月ら(1985)、中村ら(1983)、高橋ら(1984)はコーヒー粕には作物生育阻害作用があることを指摘しているが、この結果は、この問題が本試験の堆肥化処理によっても除去できなかったことを示していると考えられた。



第23図 コーヒー粕堆肥化時の物質収支



第24図 コーヒー粕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



第25図 コーヒー粕堆肥化物の施用及び化学肥料施用の有無がコマツナ生育量に及ぼす影響

#### (4) まとめ

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。堆肥化処理は、一次分解は約10日、二次分解は2ヶ月間以上行ったが、この間、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。このため、物質変化、臭気発生のみからみた堆肥化状況は非常に良好であった。

コーヒー粕単独の堆肥化によって窒素3.0%、リン酸1.1%、カリ1.4%と窒素成分の豊富な製品が得られたが、コーヒー粕堆肥により栽培試験を実施した結果、生育抑制作用があった。このため、今後、この要因について明らかにすることが必要と考えられた。

### 3. コーヒー粕の作物生育阻害因子の検討

#### (1) はじめに

前項で、コーヒー粕単独堆肥化試験を行ったところ、しかしながら、得られた製品の栽培試験を行った結果、作物の生育を抑制する作用が認められた(竹本・藤原 1996)。このため、コーヒー粕を堆肥の原料として利用してゆく場合この作物生育抑制作用の原因について把握しておく必要があると思われた。そこで、本項では、コーヒー粕の作物生育阻害作用とその除去法について検討を行った。

#### (2) 材料および方法

ア. 80L容試験堆肥化装置を用いたコーヒー粕堆肥化試験

前項(おから単独堆肥化試験)と同様な容量80Lの通風装置付試験堆肥化装置(東海プラントTP80)を用い、コーヒー粕の堆肥化試験を行い、コーヒー粕の物質変化を調査した。

(ア)試験方法：富士コカコーラ(株)海老名工場より入手したコーヒー粕に種菌としてコーヒー粕堆肥を5% (w/w)の割合で混合したものを堆肥化装置内に投入し、3L/minで通気を行ない、堆肥化処理を行った。また、4週間、7週間、9週間後に槽内供試材料の切り返しを行い、その時にサンプルを採取し、以下の試験に供試した。

#### (イ)測定項目

ア)堆肥化装置内温度変化：熱電対温度計で測定

イ)供試材料重量変化

ロ)含水率：105℃で加熱乾燥

ハ)灰分率：650℃で加熱灰化

ニ)全窒素量：全炭素窒素自動分析装置(Sumika NC-800)で測定

ホ)Ca, Mg, K, Mn, Zn, Cu, P, Fe含有率：湿式分解後、ICP発光分光光度計(JOBIN YVON JY 38S)で測定

## イ. コーヒー粕の各種処理による作物生育抑制因子除去法について

コーヒー粕に各種処理を行った試料を作成し、ポット栽培試験でそれぞれの作物生育抑制因子除去の可能性を調査した。

### (ア) 供試材料

- ア) コーヒー豆(生のもの)
- イ) コーヒー豆(焙煎したもの)
- ウ) コーヒー粕(水洗処理)：多量の水で洗浄
- エ) コーヒー粕(酸処理)：約10倍容の1N塩酸で処理
- オ) コーヒー粕(アルカリ処理)：約10倍容の1N水酸化ナトリウムで処理
- カ) コーヒー粕(クロロホルム-メタノール処理)：約10倍容の2：1(v/v)クロロホルム-メタノール混液で処理
- キ) コーヒー粕(無処理)
- ク) コーヒー粕堆肥化物(4週間堆積)
- ケ) コーヒー粕堆肥化物(7週間堆積)
- コ) コーヒー粕堆肥化物(9週間堆積)
- カ) 対照区 化学肥料(燐加安42号)  
N 0.5g/pot施用区

### (イ) 試験規模

1/5000aワグネルポット

### (ウ) 栽培・調査方法

淡色黒ボク土(土性CL)に5% (w/w乾物)の各供試材料及び3.6g/ポットの燐加安42号を混合し、これに、約2週間毎にコマツナの播種、収穫をおこなった。播種数はポットあたり10か所とし、1か所5粒ずつとした。

## ウ. コーヒー粕堆肥化による窒素無機化傾向の変化について

コーヒー粕の堆肥化処理によって含有窒素成分の無機化傾向がどのように変化するかを調査した。

### (ア) 供試材料

第2章3(2)ア 80L容試験堆肥化装置を用いたコーヒー粕堆肥化試験堆肥化試験で得られたコーヒー粕堆肥化物及びコーヒー粕(無処理)を用

いた。

### (イ) 試験区

それぞれの供試材料に化学肥料(燐加安42号N 5mg相当量)を添加した区及び化学肥料無添加区を設定した。

### ウ. 調査・分析方法

土壌(淡色黒ボク土, 土性CL)10gにN 5mg相当量の各供試材料を混合し、含水率を最大容水量の60%に調整し、30℃で0, 3, 7, 14, 28, 56日間保温した。その後、10%KClで抽出を行い、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>をブレンナー法(土壌標準分析・測定法委員会 1986)によって測定をした(農林水産省農蚕園芸局農産課 1979)。

## エ. コーヒー粕堆肥化による含有窒素形態の変化について

コーヒー粕の堆肥化処理で含有窒素形態がどのように変化するかを調査した。

### (ア) 供試材料

上記堆肥化試験で得られたコーヒー粕堆肥化物及びコーヒー粕(無処理)を用いた。

### (イ) 調査・分析方法

まず、乾燥後粉碎した各サンプルを50倍容の熱水で2.5時間煮沸し、抽出されるものを熱水可溶画分とした。また、各サンプルに2.5倍容の80%硫酸を添加し、2.5時間常温静置後175mlの蒸留水を加え、5時間加熱処理を行った残さをリグニン画分(80%硫酸不溶画分)、抽出される部分を硫酸可溶画分とした。これらの操作は、環流を行ないながら実施した(農林水産省農蚕園芸局農産課 1979)。その後それぞれの残さを水洗乾燥後、全炭素窒素自動分析装置(Sumika NC-800)で含有窒素量を測定して、それぞれの画分に含まれる窒素量を算出した。

## オ. コーヒー粕添加による土壌中の有効態リン酸含量の変動

### (ア) 供試材料

ア) コーヒー生豆, イ) コーヒー焙煎豆, ウ) コーヒー粕(無処理)

## (イ)試験規模

1/5000aワグネルポット

## (ウ)栽培・調査方法

淡色黒ボク土(土性CL)に5% (w/w乾物)の各供試材料及び3.6g/ポットの燐加安42号を混合し、これに、約2週間毎にコマツナの播種、収穫を合計3作行ない、この間の土壤中の有効態リン酸含量の変化をTruog法(土壤標準分析・測定法委員会 1986)で調査した。また、コマツナの播種数はポットあたり10か所とし、1か所5粒ずつとした。

カ. コーヒー粕施用培土への窒素成分添加量の違いが作物生育に及ぼす影響

別途に添加する窒素成分量の違いがコーヒー粕施用培土での作物生育へ与える影響を調査した。

## (ア)供試材料

A コーヒー粕(無処理)

B コーヒー粕堆肥化物(9週間堆積)

## (イ)試験規模 1/5000aワグネルポット

## (ウ)栽培・調査方法

淡色黒ボク土(土性CL)に5% (w/w乾物)の各種供試材料及び3.6g/ポット(N 0.5g/ポット)の燐加安42号を混合し、これに、硫酸アンモニウム(以下硫安)でNとして0, 1, 3, 7g/ポットを添加し、N 0.5, 1.5, 3.5, 7.5g添加区を設定した。そして、約2週間毎に合計3回コマツナの播種、収穫をおこない、発芽率、生育量(生体重)について調査を行なった。播種数はポットあたり10か所とし、1か所5粒ずつとした。なお、第2回の調査時は、10株を残し、第3回目の調査時にこれを調査し、合計4回の生育調査を行った。

キ. コーヒー粕が各種作物の生育に及ぼす影響

コーヒー粕を混合した培土に各種作物を栽培し、コーヒー粕の添加がそれぞれの作物生育に及ぼす影響について調査した。

## (ア)供試作物

供試作物は、次に示す野菜類17種類、花卉類10種類合計27種類とした。作物名の後の括弧内は、品種名である。

野菜類：コマツナ‘みすぎ’、ダイコン‘耐病総太り’、トマト‘桃太郎’、キャベツ‘金春’、スイートコーン‘ピーター30’、ホウレンソウ‘リード’、メロン‘メロディー2号’、エンドウ‘スナックエンドウ’、インゲン‘さつきみどり2号’、クロタラリア‘コブトリソウ’、シュンギク‘中薬’、キュウリ‘シャープ1’、トウガラシ‘タカノツメ’、ニラ‘グリーンベルト’、ソラマメ‘陵西一寸’、ナス‘千両二号’、ニンジン‘黒田五寸’

花き類：カーネーション‘スカレットリリポット’、金魚草‘メリーランドピンク’、カンパニュラ‘メイピンク’、クリサンセマム‘ノースポール’、ゴデチャ‘ジューンサーモン’、シネラリア‘エキストラバイオレットブルー’、スイートピー‘スーパーホワイト’、ストック‘レッドワイ’、デージー‘アーリーボンネット レッド’、パンジー‘ニュークリスタルホワイト’

## (イ)試験規模 10.5号ポリポット

## (ウ)栽培・調査方法

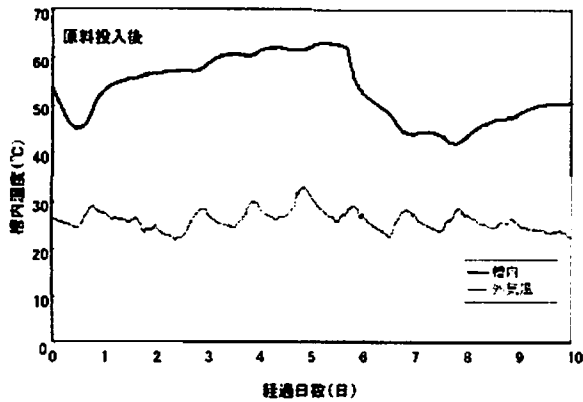
培土(サカタスーパーミックス)にコーヒー粕を5%、1% (w/w乾物)の割合で混合し、これに各種作物種子を播種し、その発芽率、生育量(生体重)を調査した。栽培途中の生育量については、数回間引き作業をおこない間引いた植物体で調査をおこなった。また、生育不良の試験区は、途中で液肥による追肥を行なった。

## (3) 結果および考察

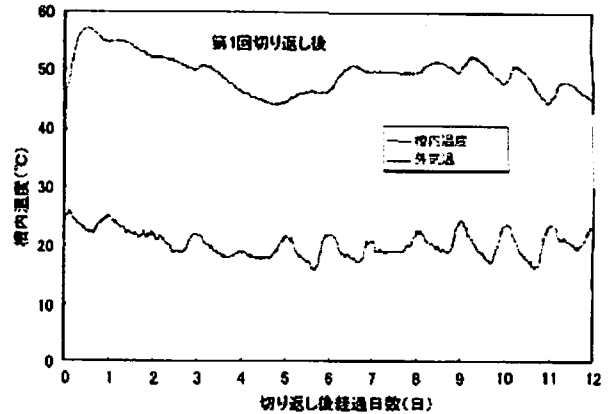
ア. 80L容試験堆肥化装置を用いたコーヒー粕堆肥化試験

80L容の試験堆肥化装置を用いて行なったコーヒー粕堆肥化処理時の堆肥化装置内温度変化を第26図～第28図に示した。

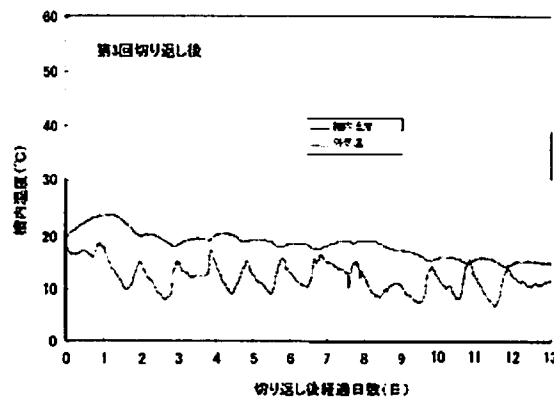
第26図に示したように、槽内温度は、投入後、約60℃まで上昇し、良好な分解が行われていると考えられた。それ以後の温度変化については、第27図、第28図に示したように第1, 2回繰り返し後にも温度上昇が認められたが、第3回繰り返し後には、温度上昇が認められなかった。



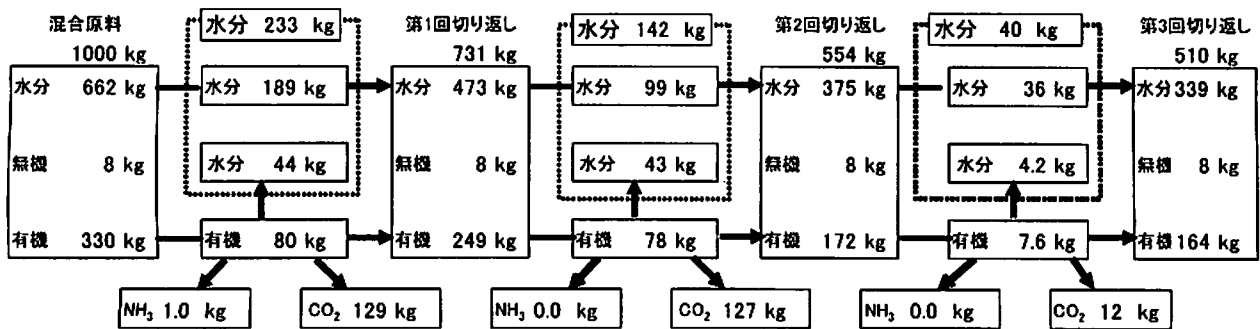
第26図 コーヒー粕堆肥化時の品温変化  
(試験開始時から)



第27図 コーヒー粕堆肥化時の品温変化  
(第1回切り返し後)



第28図 コーヒー粕堆肥化時の品温変化  
(第3回切り返し後)



第29図 コーヒー粕堆肥化時の物質収支

また、第29図に堆肥化処理の間の有機物分解の物質収支を示した。有機物は第1回切り返しまでに24.3% (対原料比) が分解され、第2回切り返しまでに更に23.6%が分解されたが、それ以後の分解については、2.31%と低くなり、本実験の方法では、約9週間でほぼ分解が終了すると考えられ、最終的な有機物分解率は50.3%であった。

第7表には、堆肥化処理時の内容成分の変化を示した。含水率は、60%台で推移し、すべての無機成分は、含有率が上昇する傾向にあった。窒素成分については、9週間の堆積で2.27%から4.20%まで上昇した。

#### イ. コーヒー粕の各種処理による作物生育抑制因子除去法について

各種処理を行なったコーヒー粕を施用した時のコマツナの発芽率、生体重について第30図～第35図にを示した。

コーヒー粕施用区では、生育は、4作目まで低く推移し、その後、追肥をおこなうことによつて生育は、回復した。コーヒー生豆、コーヒー焙煎豆施用区については、施用直後に発芽障害が認められたが、それ以後は大きな生育の低下は認められず、第6作目には、その生育は対照区を上回った。(第30, 31図)

酸処理コーヒー粕区及びアルカリ処理コーヒー粕区については、発芽、生育とも悪く、6作目に追肥をおこなっても生育は回復しなかった。また、クロロホルムメタノール処理を行なった

コーヒー粕については、発芽は良好であった。生育量は、コーヒー粕施用区と同様に低かった。しかし、6作目に追肥を行なうことによつて生育は回復した。(第32, 33図)

堆肥化処理を行なった製品の施用区については、発芽4, 7週堆積物施用区の初期(1～2作)を除いて良好であった。生育量は初期は非常に低かったが4作目以降回復する傾向にあった。(第34, 35図)

以上のように、コーヒー粕による作物生育への作用は、主に、コーヒーの抽出操作後に生じ、発芽障害とその後の生育抑制作用の二つの面が認められた。また、その作用は、各種の溶媒処理によつては除去できず、堆肥化処理によつて軽減された。

#### ウ. コーヒー粕堆肥化による窒素無機化傾向の変化について

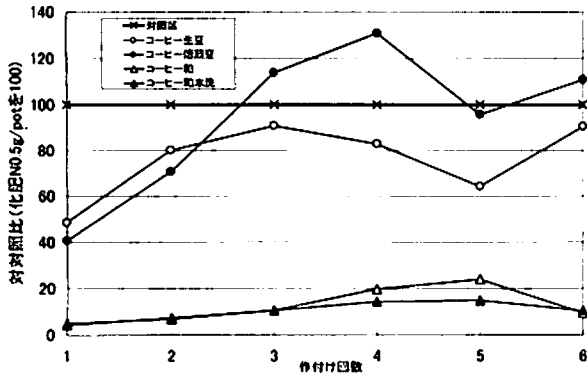
土壤にコーヒー粕及びコーヒー粕堆肥化物を加えた時の土壤中の無機態窒素の動向を第36図～第38図に示した。

コーヒー粕(堆肥化物)を加えた場合、それ自体からの無機態窒素の放出は認められず逆に有機化する傾向を示した。また、同時に化学肥料を加えた場合、その硝酸態窒素、アンモニア態窒素ともに減少する傾向が認められた。この傾向はコーヒー粕の堆肥化期間が短いものほど大きかった。

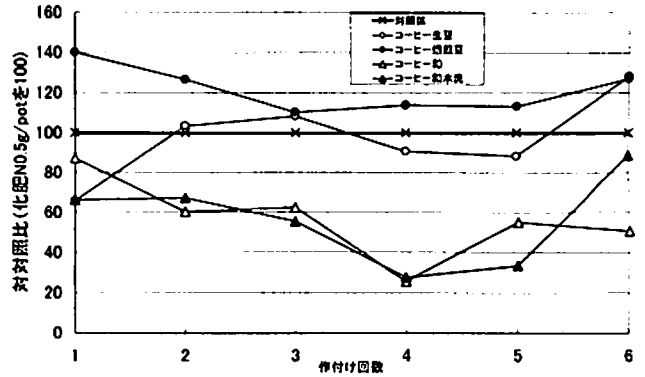
第7表 コーヒー粕堆肥化時の内容成分の変化

試料名	含水率 (%)	(含水率、C/N比以外は乾物%)											
		粗灰分	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Zn	Fe	Cu	Mn
原料(コーヒーカス)	68.5	1.2	2.3	55.3	24.4	0.3	0.2	0.3	0.6	N.D.	0.01	N.D.	N.D.
種堆肥*1	21.6	2.7	4.0	51.9	12.9	0.5	0.5	0.5	0.7	N.D.	0.04	0.01	0.01
4週間堆積物	64.8	1.7	3.0	53.5	17.9	0.4	0.3	0.4	0.6	N.D.	0.02	N.D.	0.01
7週間堆積物	67.7	2.1	3.8	53.0	14.1	0.5	0.4	0.5	0.6	N.D.	0.03	0.01	0.01
9週間堆積物	66.4	2.3	4.2	52.4	12.5	0.6	0.5	0.5	0.6	N.D.	0.03	0.01	0.01

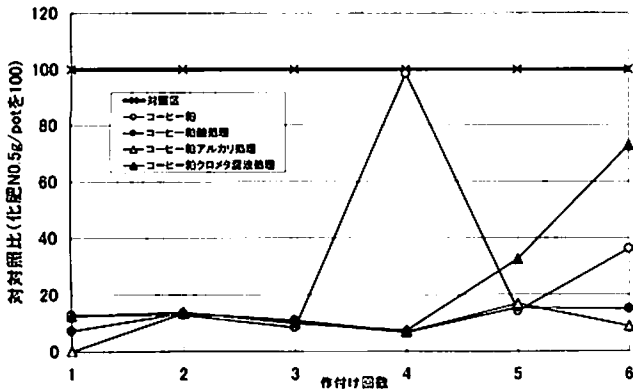
\*1 コーヒー粕堆肥化物



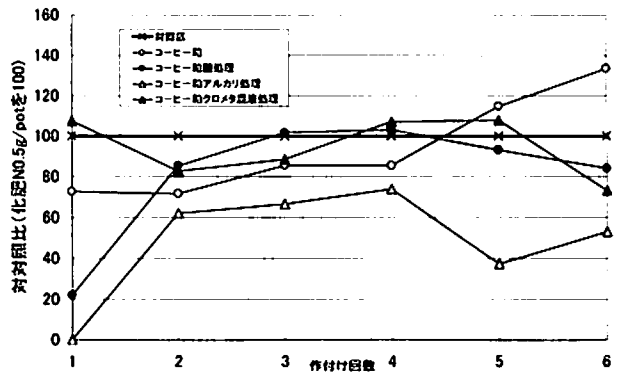
第30図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの発芽率(生豆, 焙煎豆)



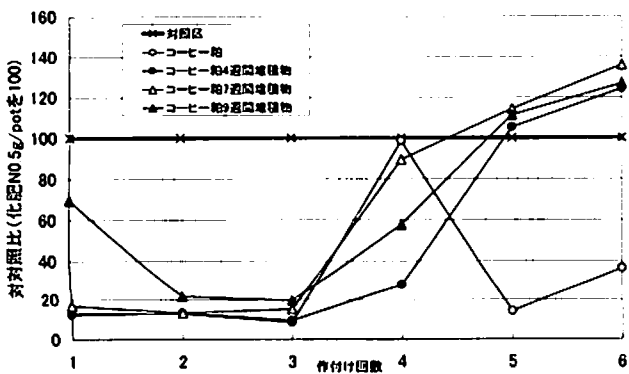
第31図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの生体重(生豆, 焙煎豆)



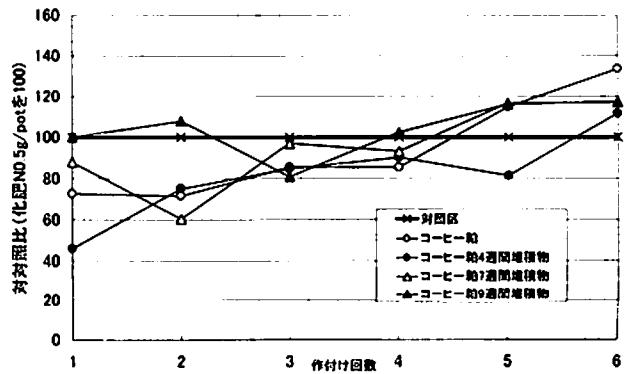
第32図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの発芽率(酸アルカリ等処理資材)



第33図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの生体重(酸アルカリ等処理資材)

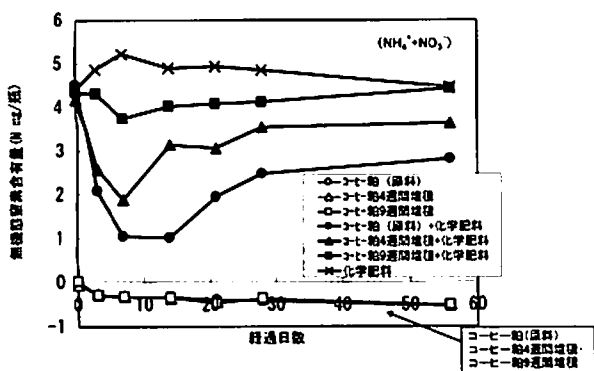


第34図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの発芽率(堆肥化処理資材)

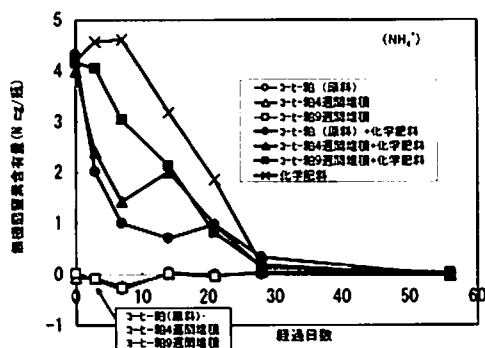


第35図 コーヒー粕関連資材を施用した時のコマツナの生体重(堆肥化処理資材)

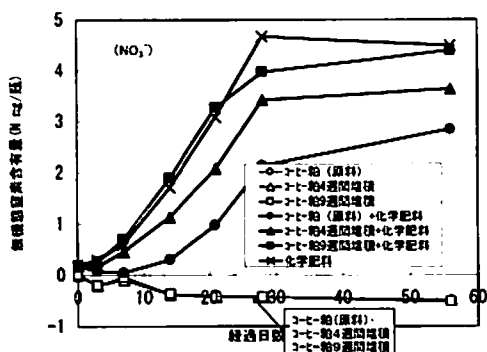




第36図 コーヒー粕及びコーヒー粕堆肥化物土壌施用時の無機態窒素の動向(total)



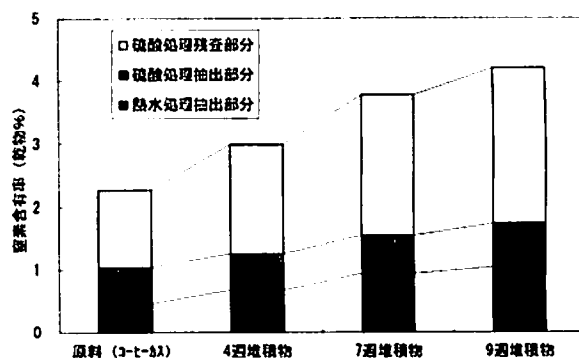
第37図 コーヒー粕及びコーヒー粕堆肥化物土壌施用時の無機態窒素の動向(アンモニウムイオン)



第38図 コーヒー粕及びコーヒー粕堆肥化物土壌施用時の無機態窒素の動向(硝酸イオン)

エ. コーヒー粕堆肥化による含有窒素形態の変化について

コーヒー粕(堆肥化物)含有窒素の形態分析の結果を第39図に示した。コーヒー粕の窒素成分は、その半分以上が80%硫酸不溶画分に含まれており、微生物や植物に利用されにくい形をしていると考えられた。また、この傾向は堆肥化処理によっても、変化しなかった。



第39図 コーヒー粕(堆肥化物)含有窒素の形態の変化

オ. コーヒー粕添加による土壌中の有効態リン酸含量の変動

コーヒー粕関連資材を添加した時の土壌中の有効態リン酸含量の変化を第8表に示した。コーヒー粕、コーヒー生豆、コーヒー焙煎豆施用ともに大きな変化は認められなかった。このため、コーヒー粕の施用はリン酸の状態に大きな影響を与えないと考えられた。

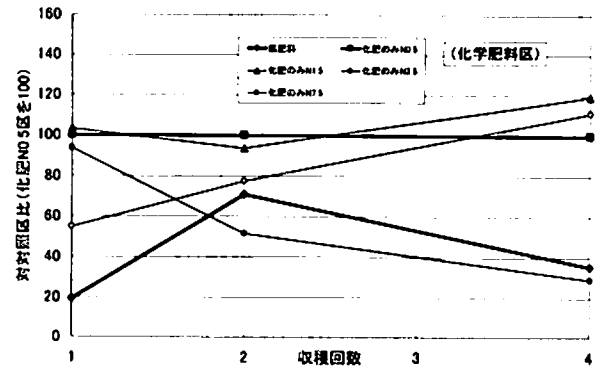
第8表 コーヒー粕関連資材を添加した時の土壌中の有効態リン酸含量の変化

試験区	対照区	コーヒー生豆	コーヒー粕	コーヒー焙煎豆
作付け前	6.1	5.3	4.4	4.6
1作後	5.3	4.8	3.8	3.8
2作後	4.4	4.4	3.9	4.9
3作後	5.4	4.4	4.5	5.4

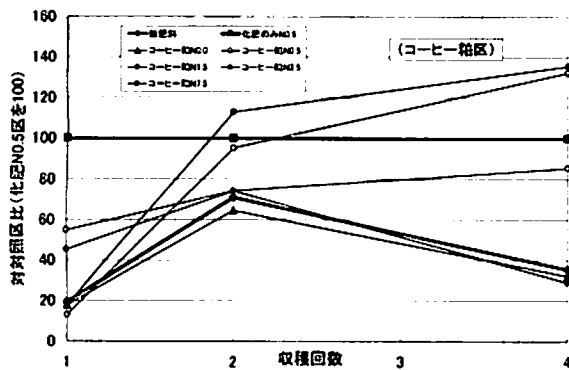
(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100g soil)

カ. コーヒー粕施用培土への窒素成分添加量の違いが作物生育に及ぼす影響

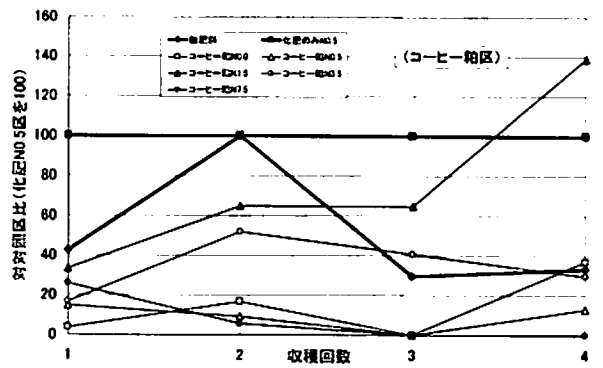
コーヒー粕施用培土へ別途窒素成分を添加した場合のコマツナの発芽率, 生育量の変化を第40図～第45図に示した. コーヒー粕施用区では, 初期は発芽も悪く生育も不良であったが, 約90日経過後には, N1.5g施用区で生育が良好となった. これに対し, 硫安無施用区では, 生育は低いままであった. また, コーヒー粕堆肥化物施用区でも初期は発芽率も悪く, 生育不良であったが, 約40日経過後, N0.5, 1.5g施用区で生育が向上した. その他, N3.5, 7.5g施用区では生育は非常に悪かった. これは, 肥料濃度が高すぎたためと思われた.



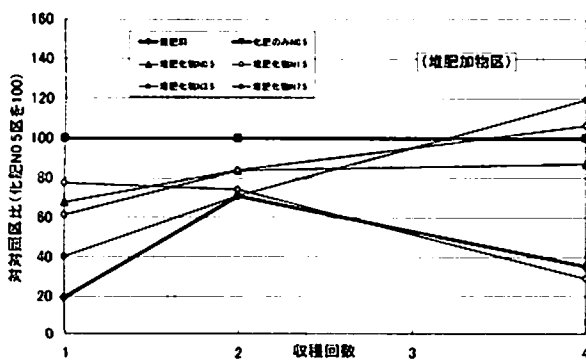
第42図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ発芽率へ与える影響



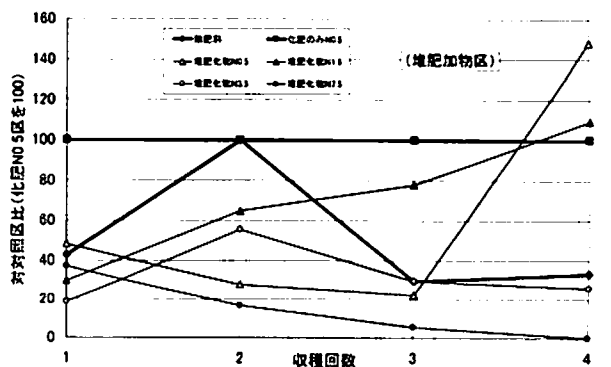
第40図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ発芽率へ与える影響



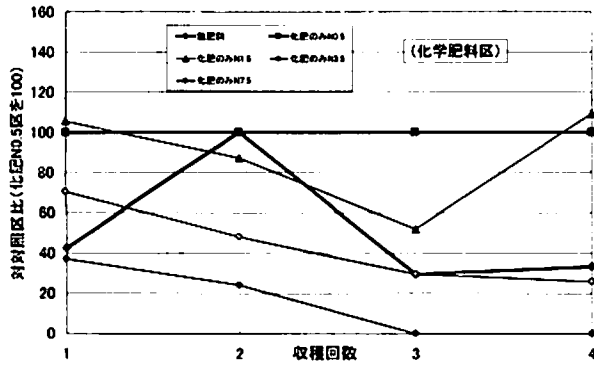
第43図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ生育量へ与える影響



第41図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ発芽率へ与える影響



第44図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ生育量へ与える影響



第45図 コーヒー粕施用培土への窒素成分加用がコマツナ生育量へ与える影響

キ、コーヒー粕が各種作物の生育に及ぼす影響  
培土にコーヒー粕を施用した時の各種作物の発芽率、生育状況について調査した成績を第9表～第10表に示した。

総合的にみると、発芽についてはほとんどの作物で大きな影響は認められなかったが、生育は、コーヒー粕5%施用で低下する傾向を示した。また、作物別にみるとキュウリ、メロンなどのウリ類については、1%施用で顕著な生育阻害が認められ、生育途中でほとんどの作物が枯死した。ナスについては、発芽率の低下が認められ、生育も低下する傾向にあった。スイートピー、エンドウについては、コーヒー粕の施用によって生育は低下し、葉が白化して落葉する傾向が認められた。カーネーション、ソラマメについては、発芽、生育とも大きな影響は認められなかった。以上のようにコーヒー粕による生育阻害の程度は作物の種類によって非常に異なっていた。

第9表 培土にコーヒー粕を施用した時の各種作物の発芽率、生育状況(野菜)

項目	コーヒー粕割合	コマツナ	ダイコン	キャベツ	トマト	エンドウ	スイートコーン	ホレソウ	インゲン	ナス	シュンギク
発芽率	1%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
生育前期	1%	○	○	○	○	△	○	△	△	○	○
	5%	△	△	△	△	△	△	×	×	△	△
生育後期	1%	△	△	○	○	○	△	△	△	×	△
	5%	×	×	×	×	△	×	枯死	×	×	×
追肥	1%	◎	◎	○			×	×		×	
	5%			○	○		×	×	○	×	△

項目	コーヒー粕割合	キュウリ	メロン	ナス	ニンジン	トウガラシ	ニら	ソラマメ	
発芽率	1%	△	△	△	○	○	○	○	◎ 上回る ○ 同等 △ やや低下 × 著しく低下 (対照区に比べ)
	5%	×	×	×	○	○	△	○	
生育前期	1%	×	×	△	△	×			
	5%	×	枯死	×	△	×			
生育後期	1%	枯死	枯死	△	△	△	△	○	
	5%	枯死	枯死	×	△	×	枯死	○	
追肥	1%			○	ハ'ラツク多	○			
	5%			△		○			

第10表 培土にコーヒー粕を施用した時の各種作物の発芽率、生育状況(花卉)

項目	コーヒー粕割合	カーネーション	クリサンセム	ストック	ゴ'デ'チヤ	パンジー	金魚草	カンパニラ	シネリア	デー'ジ-	スイートピー
発芽率	1%	○	◎	○	○	○	×	○			○
	5%	○	◎	○	○	○	×	○			○
生育前期	1%	○	◎	△	○	○	△	○	×	△	△
	5%	△	○	×	△	△	△	△	×	△	×
生育後期	1%	○	○	○	○	○	△	○		枯死	△
	5%	△	×	×	×	×	△	×		枯死	△
追肥	1%					△	ハ'ラツク多	ハ'ラツク多			
	5%		◎	◎	○	◎	×	○		△	×

◎ 上回る  
○ 同等  
△ やや低下  
× 著しく低下  
(対照区に比べ)

#### (4) まとめ

コーヒー粕の作物生育阻害作用とその除去法について検討したところ、コーヒー粕の作物生育に対する作用は、発芽障害とその後の生育抑制の二つの面が認められた。まず、コーヒー粕に酸処理、アルカリ処理などの各種溶媒処理を施し、それぞれを施用した時の、作物生育に与える影響について調査した結果、どの処理においても生育の改善効果が認められなかった。これに対し、抽出操作前のコーヒー生豆、コーヒー焙煎豆の施用では生育を抑制する傾向は認められなかった。また、堆肥化処理によって生育は改善される傾向にあった。このことより、コーヒー粕による作物生育抑制作用は、抽出行程を経て生じる現象であり、酸処理などの各種溶媒抽出処理や堆肥化処理では、除去できないが、堆肥化処理等の微生物的処理によって軽減できるものと考えられた。

また、コーヒー粕施用後一定期間経過した段階で液肥による追肥を行った場合生育が回復する傾向にあったことから、生育抑制への窒素成分の関与が示唆されたため、コーヒー粕(無処理)及びコーヒー粕堆肥化物中の窒素形態の調査を行った。その結果、コーヒー粕含有の窒素成分はほとんどが難溶解性の画分に含まれており、微生物や植物に利用されにくい形態であり、別途化学肥料などによって窒素成分を添加した場合、これを吸収してしまう傾向があった。また、同様にコーヒー粕の施用による有効態リン酸含量の変動について調査したところ、有効態リン酸の動向には大きな影響は認められなかった。以上のことより、コーヒー粕による作物生育抑制は、肥料成分のうちでも窒素成分の吸収が要因の一つと考えられた。

しかしながら、作物の種類によるコーヒー粕施用による生育への影響の違いを調査した結果、生育抑制の傾向は作物の種類によって非常に異なっていたこと、施肥レベルを変化させるだけでは、生育を回復させることはできなかったことより、コーヒー粕による生育抑制は、コーヒ

ー粕による窒素成分の吸収が大きく関与しているが、その他の因子も複合的に関与していると考えられた。

以上のことより、コーヒー粕は、堆肥化処理などを行なうことによってその作物生育抑制作用を軽減することが必要であり、この処理期間が短いと窒素成分の吸収を主因とする作物生育抑制が起こると考えられた。そのため、コーヒー粕を主体とした堆肥を作成する場合、この要因(窒素成分の吸収)を考慮した堆肥品質の判定が必要となると思われた。しかし、この作物生育抑制を通常の堆肥化処理によって完全に除去するには、長い期間を必要とする。

このため、コーヒー粕の利用方法を考えた場合、窒素成分の高い他資材と混合し、堆肥化処理等の微生物処理を施すことが適切であると考えられた。この場合、コーヒー粕は作物に対する肥効(主に窒素成分)の面からは、窒素成分を吸収するためマイナス要因であるが、臭気の軽減などの面から考えると、堆肥化の際の副資材としては非常に有効な資材になるものと思われる。

コーヒー粕については、過去に家畜糞(浅井ら 1995)、汚泥類(農産業振興奨励会 1993)、茶粕(長野県中信農業試験場 畑作栽培部 1996)との混合堆肥化試験が行われているため、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ため、前項で堆肥化試験を行ったおから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考えられる。

#### 4. おからコーヒー粕混合堆肥製造法の開発

##### (1) はじめに

前項までに、密閉型堆肥化装置を用いたおから、コーヒー粕の単独堆肥化試験を行った。その結果、おからについては、肥料効果に優れる良質な堆肥が得られたが、製品の歩留まりが非常に悪いこと、また、原料の水分含量が高いこと、堆肥化過程での窒素成分の揮散が大きく、アンモニアガスを主体とした悪臭の発生が著しいこと等の問題があった(藤原・竹本 1996)。

また、コーヒー粕については、通気性が優れており、窒素成分の揮散が少なく、臭気の発生も少なく、堆肥化には良好な資材であったが、通常の堆積期間(2か月程度)では、施用後、作物の生育が抑制される傾向が認められる問題があった(竹本・藤原 1996)。

以上の結果より、本試験では両者の欠点を改善するための対策として、肥料成分の高いおからと、通気性に優れているコーヒー粕の混合堆肥化について検討した。

##### (2) 材料および方法

ア. おからとコーヒー粕混合堆肥化の材料配合比率の検討

###### (ア) 供託材料：

おからは豆腐店(平塚市)から産出されたもの、コーヒー粕は富士コカコーラボトリング(株)海老名工場(海老名市)から産出されたものを用いた。平均含水率はおから79%、コーヒー粕66%であった。

###### (イ) 試験規模：

第2章1.イ. おから単独堆肥化試験と同様に通風装置付80L容試験堆肥化装置を用いた。

###### (ウ) 試験区構成：

おからとコーヒー粕の配合比を現物重量比で、20:80、40:60、60:40、60:20とする4区を設定した。

###### (エ) 試験方法：

80L容試験堆肥化装置に1995年5月22日に投入した。その後、15日目(6月6日)、25日目(6月16

日)に切り返しを行い、32日目(6月23日)にすべてを取り出しを行った。通気量は、7L/minとした。

###### (オ) 測定項目：

以下の項目について、堆きゅう肥分析法(農林水産省農蚕園芸局農産課編 1979)に従い、堆肥化過程の変化を調査した。

###### ア) 堆肥化装置内温度変化

イ) 含水率：105℃で加熱乾燥法

ウ) 粗灰分：550℃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。

##### イ. 連続堆肥化試験

###### (ア) 供託材料：

前項(第2章4.(2)(ア)ア)と同様におからは豆腐店(平塚市)から産出されたもの、コーヒー粕は富士コカコーラボトリング株式会社海老名工場(海老名市)から産出されたものを用いた。また、一次分解時の種菌としては、事前に作成したコーヒー粕堆肥化物を用いた。

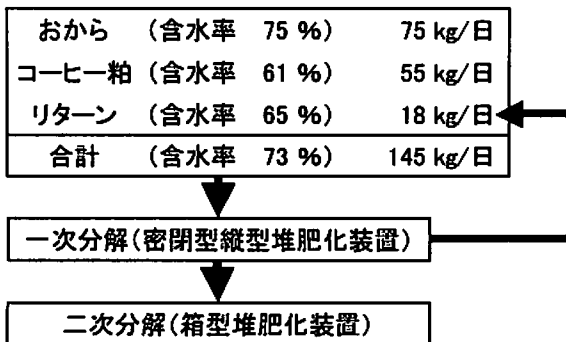
###### (イ) 試験規模：

第2章1.(2)イ(イ)おから単独堆肥化試験と同様に一次分解には1200L容強制通風装置付き密閉型縦型堆肥化装置を二次分解には通風装置付1000L容箱型堆肥化装置を用いた。

###### (ウ) 試験方法：

一次堆肥化装置(1200L容強制通風装置付き密閉型縦型堆肥化装置)への原料投入は1994年5月9日~6月9日の間に休日を除き1日1回合計24回の投入を行った。原料は、第46図に示したように1日におから75kg、コーヒー粕55kg、種堆肥(コーヒー粕堆肥化物)18kg合計145kgを混合投入し、合計おから1717kg、コーヒー粕1314kg、種堆肥(コーヒー粕堆肥化物)400kg、合計3431kgを投入した。分解物は、試験10日目より下部より順次取り出しを行い、二次堆肥化装置に投入した。また、6月9日に投入終了後、6月16日に全量を取り出し二次堆肥化装置に投入し、11月4日まで堆積

処理を行った。この間、切り返しを7月22日、8月29日に行った。



#### 第46図 連続堆肥化試験フロー

(エ)測定項目：第2章4.(2)(ア)オと同様。

ウ. おからコーヒー粕混合堆肥によるトマト育苗試験

(ア)供試材料：連続堆肥化試験で製造されたおから、コーヒー粕混合堆肥化物を用いた。

(イ)試験方法：おから、コーヒー粕混合堆肥化物を土壌(褐色森林土, 土性CL, 腐植を含む)と容積比で12.5, 25, 50%混合した試験区を設定した。また、対照としてはCDU配合S555(Nとして500mg/L)施用区と無肥料区を設定した。

トマトは、‘はまれ114’を用い、12cm角型ポリ鉢に鉢上げ後、温室内で育苗し、鉢上げ後40日目に生育調査を行った。

エ. おから・コーヒー粕混合堆肥圃場施用試験

(ア)試験場所：神奈川県農業総合研究所内露地圃場(腐植質黒ボク土, 土性(L))

(イ)試験規模：1区3.5m<sup>2</sup>(3.5×1m), 2連制

(ウ)供試資材：牛ふん堆肥, おからコーヒー粕堆肥

(エ)供試作物：スイートコーン(‘ハニーバンタムピーター30’ 栽培時期 4月～7月 畝間50cm×株間35cm)

ダイコン(‘耐病総太り’ 栽培時期 8月～12月 畝間50cm×株間35cm)

ハウレンソウ(‘リード’ 栽培時期 1月～3月 3条植)

1995年4月～1997年12月の間でスイートコーン3作, ダイコン3作, ハウレンソウ2作を行った。

(オ)栽培概要：供試資材の施用量(乾物)を多

量施用 800kg/10a, 少量施用 400kg/10aに設定し、各作ごとに施用した。また、施肥量は各作 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=28:28:28g/m<sup>2</sup>とし、適宜、苦土石灰の土壌改良を行った。

(カ)調査項目：

ア)作物体：収量

イ)跡地土壌：

交換性塩基, CEC：定法(木村 2000)に準じた。

トルオーグリン酸：モリブデン酸アンモニウム法

全窒素全炭素含有率：炭素窒素自動分析装置(Sumika NCアナライザー NC-800)で測定。

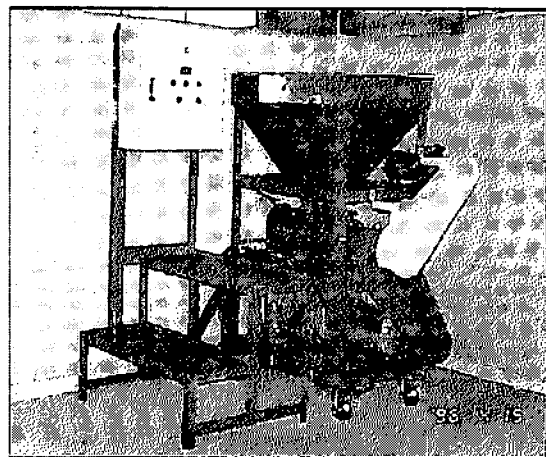
(作付け前土壌, 1997年スイートコーン作付け後土壌を供試した)

カ. おからコーヒー粕堆肥の成型化(ペレット化)法の検討

おから・コーヒー粕混合堆肥の製品の主な部分は、小さな粒状であったため、取り扱い性を改善するために製品の成型化(ペレット化)を検討した。

(ア)供試材料：おから、コーヒー粕混合堆肥化物(小粒状, 含水率約30%)。

(イ)使用装置：ペレット成型装置(エキストルーダー方式)清庵工業(株)



第47図 ペレット成型装置

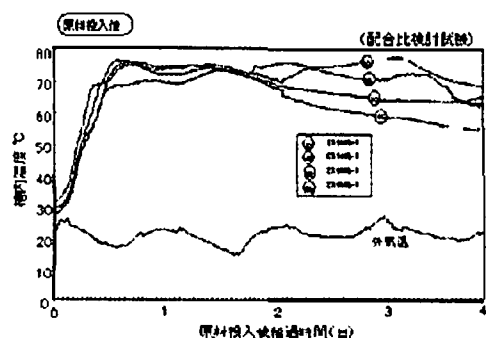
(ウ)試験方法：供試材料の含水率を31%～48%で6種類に調整し、ペレット成型装置で粒状化し、各条件でのペレット性状を評価した。

(3) 結果および考察

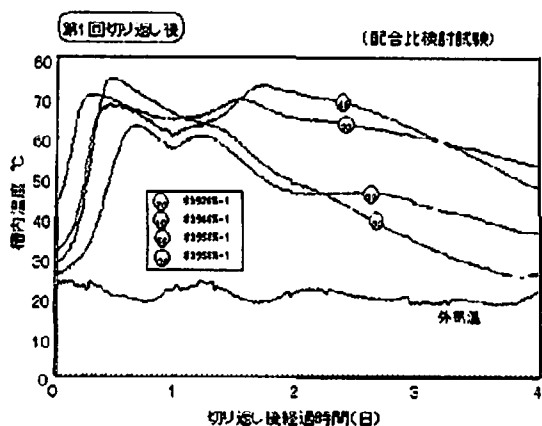
ア. おからとコーヒー粕混合堆肥化の材料配合比率の検討

有機性廃棄物として処理が問題となっているおからとコーヒー粕を混合して堆肥化するための適切な混合比率の検討を80L容試験堆肥化装置を用いて行った。

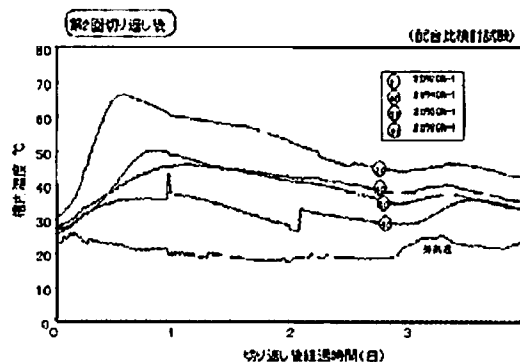
第48～50図に開始時及び切り返し後の品温の変化を示した。



第48図 おからコーヒー粕混合堆肥化時の品温変化(原料投入後)



第49図 おからコーヒー粕混合堆肥化時の品温変化(第1回切り返し後)



第50図 おからコーヒー粕混合堆肥化時の品温変化(第2回切り返し後)

堆肥化装置内の温度は、すべての試験区で70℃を超える良好な温度の上昇が認められたが、コーヒー粕の配合比が多い区で温度の上昇が長期間にわたっていた。また、おからの配合比が多い試験区では、含水率が高いため堆肥化装置内よりの廃液の流出が非常に多かった。

第11表に成分分析結果を示した。成分含量は、おからの配合比率が多くなるほど高くなる傾向がみられ、特に、おからの配合比が高いものほど窒素、カリ成分が高い製品となった。含水率は、おから20%区で63%、40%区で69%、60%区で69%、80%区が75%であった。この含水率が25日間の分解によりおから20%区で43%、40%区で44%、60%区で45%、80%区で55%に低下した。この結果から水分減少率を求めるとおから20%区で31.5%、40%区で36.5%、60%区で34.7%、80%が区で27.2%となり、おから40%：コーヒー粕60%の区が最も効率良く水分が除去可能なことが明らかになった。

第11表 おからコーヒー粕混合堆肥化時の成分変化(配合比検討試験)

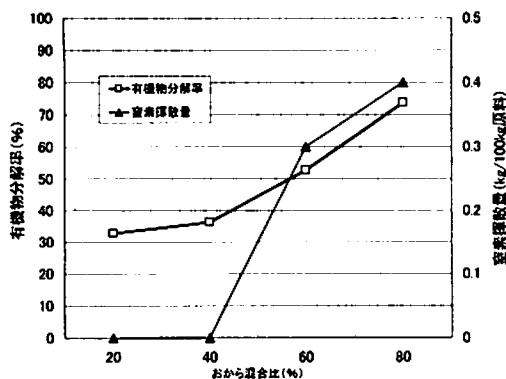
混合比(%)		含水率(%)		粗灰分(%)		T-N(%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K <sub>2</sub> O(%)	
おから	コーヒー粕	原料	分解物	原料	分解物	原料	分解物	原料	分解物	原料	分解物
20	80	62.9	43.1	1.3	1.7	2.4	3.5	0.2	0.4	0.4	0.5
40	60	68.7	43.7	1.8	2.8	2.6	3.9	0.4	0.6	0.6	0.9
60	40	69.3	45.2	1.8	3.9	2.8	4.2	0.4	0.9	0.6	1.2
80	20	75.2	55.6	2.7	7.8	3.5	5.8	0.5	1.6	0.9	2.7

この結果から、有機物の分解率と窒素の揮散量を計算した結果を第51図に示した。

おからの配合比が多いほど分解率は大きく、おから80%区では約74%が分解していた。これは、おから単独の分解率が高い(藤原・竹本 1996)ためである。

また、窒素の揮散量を計算した結果、おから40%区まではほとんど揮散しなかったが、それ以上におからの比率が高くなると窒素の揮散量が急激に増加する傾向が認められ、おから配合比が半分を超えたあたりから窒素の揮散量が多くなる傾向が認められた。この窒素の揮散はアンモニアになって揮散するものが大部分であり、揮散量が大きくなるほど悪臭が強くなる。

温度変化、水分の減少率、窒素の揮散量からみると、おから40%~50%が適正混合率であり、おからとコーヒー粕をほぼ等量混合することが、最も適切であると考えられた。おからとコーヒー粕の比重は、それぞれ0.5と0.4と同程度であり、大きな差はないため、容積比または重量比で等量混合すればよいといえる。



第51図 有機物分解率と窒素揮散量試算結果

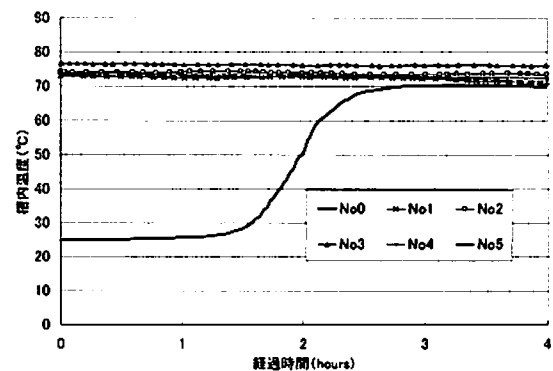
## イ. 連続堆肥化試験

### (ア) 堆肥化時の品温変化

一次分解に用いた1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置は、上部から投入し、約10日後に下から切り出す方式で、堆肥化装置の6ヶ所に温度センサーが設置されており、堆肥化処理中の温度変化をモニタリングできる構造になっ

ている。この温度センサーで測定した堆肥化中の品温変化を第52図に示した。

投入原料の品温は1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置投入後、約2~3時間の短時間で、70℃程度の高温になり、その後も70~80℃と非常に良好な高温状態を維持しており、非常に良好に分解が行われていると考えられた。二次堆肥化装置に堆積してからも、60~70℃の高温が続き、乾燥状態となったため、切り返し時に、加水を行った。二次分解60日経過頃から発酵による発熱はみられなくなり、急激な分解が終了したと考えられた。また、臭気の発生については、おから単独の堆肥化時に比べて低かった。



第52図 おからコーヒー粕混合堆肥化時の品温変化

### (イ) 含水率の変化

堆肥化に伴う成分変化を第12表に示した。含水率は、投入原料では71.7%であり、おからの堆肥化には適した値(藤原・竹本 1996)であった。また、堆肥化処理により、一次分解で65.0%に低下し、さらに二次分解44日後では24.9%まで低下した。

それ以後の堆積で含水率が35%以上に上昇しているのは、水分を補給するために加水したためである。また、二次分解の含水率の偏差が大きくなっていた。これは、二次発酵中には空気の流通の良い中心部が乾燥し、周辺は結露により水分が多くなっているため、試料の採取部位により含水率が大きく異なったためと考えられる。



(ウ)成分含量の変化

おからとコーヒー粕を混合した投入原料の全窒素含有率は投入物で3.1%であったが、一次分解で3.8%と1.2倍、二次分解終了時では5.5%と1.7倍になった。また、灰分、リン酸、カリ、石灰、苦土、ナトリウムは堆肥化に伴い増加する傾向にあり、一次分解で1.7倍、二次分解で2倍になる傾向がみられた。二次分解を終了した製品では、窒素5.5%、リン酸1.2%、カリ1.6%となり、前項2.1のおから単独堆肥の成分窒素3.6%、リン酸2.4%、カリ4.0%に比べても、窒素分が多く、カリ成分の少ない製品となった。これは、コーヒー粕を混合したことにより、アンモニアが吸着され、ガス化して揮散する窒素の割合が減少したためと思われる。

(エ)堆肥化に伴う物質収支

前項と同様に物質変化及び成分変化を基に、原料1000kgあたりの堆肥化による水と有機物の物質収支を前項(第2章1.ウ.(イ))に基づき計算

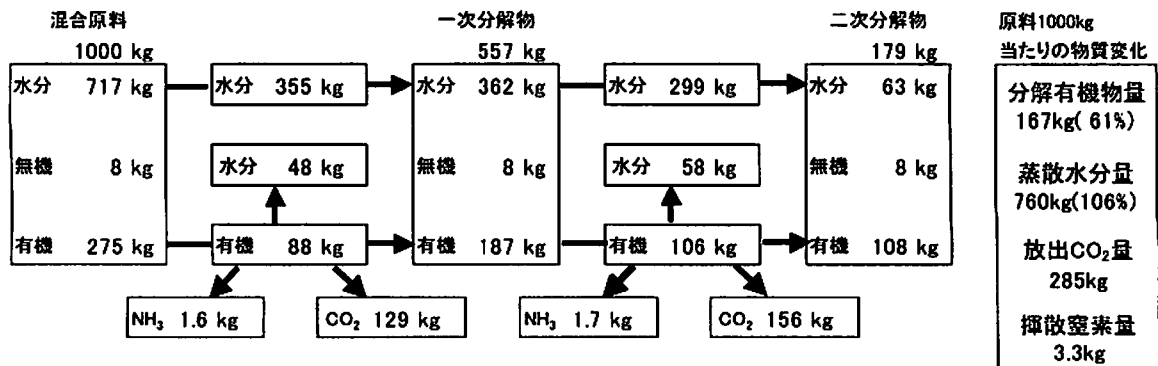
した結果を、第53図に示した。

原料1000kg中には水分717kg、有機物275kg、無機物8kgが含まれているが、一次分解により55.7%、二次分解により17.9%になった。

この大部分は水分の減少であり、原料1000kgあたりの蒸散水分量は760kgであり、原料中の水分717kgよりも多かった。また、有機物の分解に伴い106kgの水分が発生するが、二次分解中には水分が不足する傾向があり、85kgの水を添加した。有機物については、一次分解により32%が分解し、二次分解終了時までには61%が分解された。これは、おから単独堆肥化時に74%であったのに比べて少なく押さえられた。また、混合堆肥化での揮散窒素量は3.3kgであったのに対し、おから単独、コーヒー粕堆肥化時のデータ(各500kg相当)より試算した場合の窒素揮散量が4.5kgであり、混合堆肥化により、窒素の損失を防ぐことができた。

第12表 おから・コーヒー粕混合連続堆肥化時の成分変化

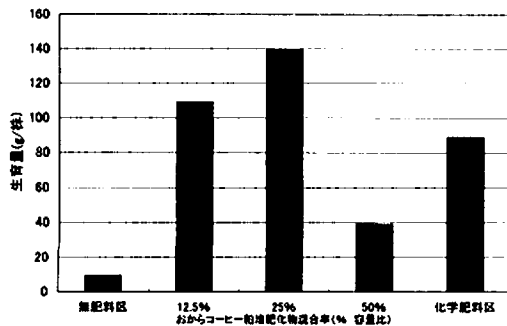
試料名	項目	(含水率以外は乾燥当たり)							
		含水率 (%)	粗灰分 (%)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)
おから	平均値	79.5	4.37	4.00	0.79	1.37	0.31	0.15	0.02
	標準偏差	0.7	0.49	0.30	0.11	0.20	0.04	0.02	0.004
コーヒー粕	平均値	66.3	1.45	2.10	0.24	0.25	0.05	0.11	0.01
	標準偏差	1.8	0.43	0.10	0.04	0.04	0.02	0.02	0.038
投入混合物	平均値	71.7	2.87	3.10	0.54	0.83	0.18	0.15	0.01
	標準偏差	2.0	0.52	0.30	0.11	0.20	0.04	0.02	0.003
一次分解物	平均値	65.0	4.22	3.80	1.05	1.43	0.32	0.26	0.02
	標準偏差	3.4	0.69	0.70	0.53	0.46	0.13	0.11	0.008
二次分解物 34日(7/22)	平均値	24.9	4.18	4.10	0.77	1.10	0.29	0.21	0.01
	標準偏差	10.7	0.39	0.40	0.12	0.19	0.06	0.03	0.002
二次分解物 72日(8/29)	平均値	37.2	5.60	4.80	1.02	1.41	0.35	0.25	0.02
	標準偏差	20.4	1.13	1.10	0.19	0.24	0.07	0.04	0.003
二次分解物 102日(9/28)	平均値	35.3	7.07	5.50	1.22	1.55	0.39	0.29	0.02
	標準偏差	2.5	0.89	0.10	0.18	0.14	0.06	0.04	0.001



第53図 おから・コーヒー粕混合堆肥化での物質収支

ウ. おから・コーヒー粕混合堆肥によるトマト育苗試験

1200L容強制通風装置付密閉型縦型堆肥化装置を用いて製造したおから・コーヒー粕混合堆肥をトマト育苗に使用した結果を第54図に示した。堆肥化物の仮比重が0.47程度であるので、12.5%施用区では、重量比では土(仮比重1)の約5%に相当する。また、堆肥施用による肥料成分濃度は、窒素3.23g/L、リン酸0.72g/L、カリ0.91g/Lとなった。トマト苗の生育は、12.5%施用区では、対照としたCDU施用区とほぼ同等の生育がみられたが、25%施用区では過繁茂ぎみであり、50%施用区では生育量は減少した。



第54図 おから・コーヒー粕混合堆肥施用のトマト苗に生育への影響

第13表には、培養土の栽培前後でのpH、EC、硝酸態窒素含量の変化を示した。跡地土壌の硝酸態窒素残存量やECは50%施用区で高い値を示

しており、養分含有量が過剰と思われた。このように、50%施用では、施用量過剰のために生育量が低下したと考えられた。

以上のようにコーヒー粕単独堆肥化物を施用した場合のような施用量の増加に伴う生育抑制の傾向は認められず、良好な肥料特性を示した。

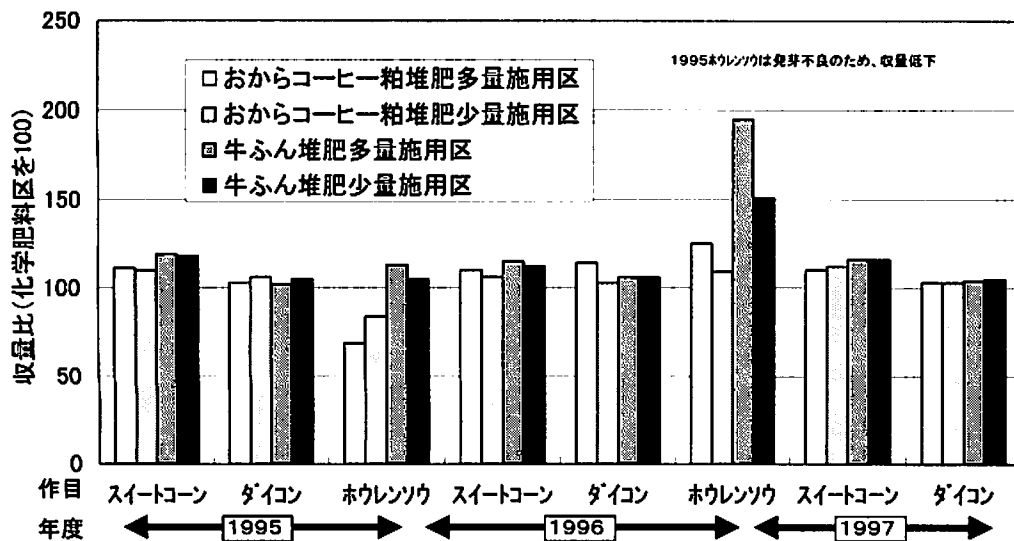
また、トマト育苗に関しては、容積比で本堆肥10%程度、重量比で5%程度の施用で、ほぼ化学肥料と同等の生育が見込めると考えられた。

第13表 おから・コーヒー粕混合堆肥施用培土の栽培前後でのpH、EC、硝酸態窒素含量の変化

試験区名	(乾物当たり)					
	育苗前(9/16)			育苗後(10/27)		
	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)
無肥料区	6.0	0.1	4	6.5	0.1	2
化学肥料区	5.3	0.6	8	5.9	0.9	3
12.5%混合区	6.6	0.6	18	6.2	0.2	13
25%混合区	6.8	1.5	78	6.0	0.4	42
50%混合区	7.3	3.4	209	6.5	1.1	249

エ. おから・コーヒー粕混合堆肥圃場施用試験

おから・コーヒー粕混合堆肥施用時の収量の推移を第55図に示した。各作物の収量は、対象とした化学肥料区と比較し、同等～やや多で推移した。また、牛ふん堆肥施用区と比較し、同等程度の収量で推移した。



第55図 おから・コーヒー粕混合堆肥施用試験での収量の推移

また、第56図、第57図にそれぞれ、1997年のスイートコーン作付け跡地土壌の全炭素、全窒素含有率を示した。

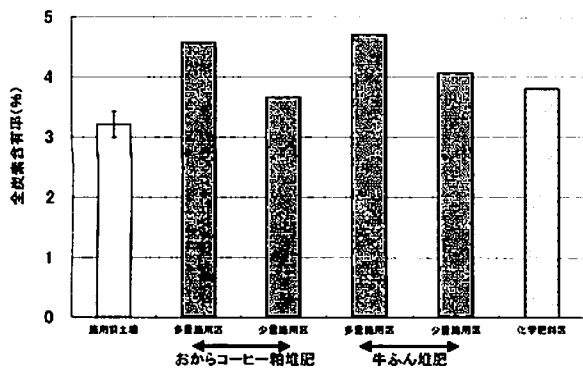
跡地土壌の全炭素、全窒素含有率化学肥料区と比較した場合、各堆肥多量施用区では炭素、窒素含有率が上昇する傾向にあった。

また、第14表、第15表にそれぞれ、1995年、1997年のスイートコーン作付け跡地土壌分析結果を示した。各堆肥の多量施用区で比較した場合、おからコーヒー粕堆肥の可給態リン酸、交換性

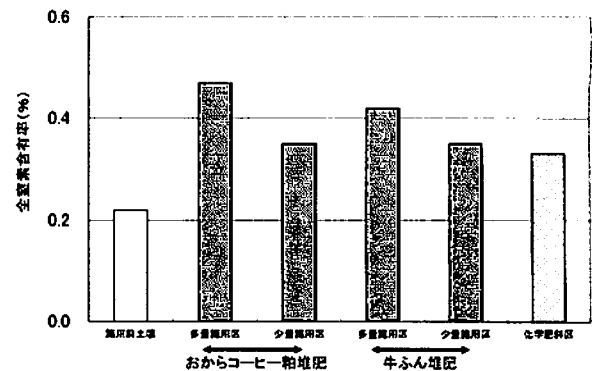
カリの増加は、牛ふん堆肥区と比較し、低い値となった。

これは、おからコーヒー粕堆肥におけるリン酸、カリの含有率が牛ふん堆肥に比べ低いため、土壌中へのリン酸、カリ成分の集積が軽減されたためと考えられた。

以上のことから、おからコーヒー粕混合堆肥は、リン酸やカリが過剰となっている農地での利用に特に有効と考えられた。



第56図 堆肥連用に伴う土壌全炭素含有率の変化



第57図 堆肥連用に伴う土壌全窒素含有率の変化

第14表 おからコーヒー粕施用試験土壌分析結果 (1995年のスイートコーン作付け跡地土壌)

試験区名	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (dS/m)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	交換性塩基(mg)			CEC (meq)	塩基飽和度 (%)			
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	合計
おからコーヒー粕堆肥多区	5.8	0.36	3.5	590	67	77	33.8	62.3	9.8	4.8	76.9
おからコーヒー粕堆肥少区	6.0	0.26	4.6	553	66	55	32.5	60.7	10.1	3.6	74.3
牛ふん堆肥多区	5.9	0.39	7.1	580	73	51	34.6	59.8	10.5	3.1	73.4
牛ふん堆肥少区	5.9	0.22	6.4	553	58	53	33.9	58.2	8.5	3.3	70.0
化学肥料区	5.8	0.37	3.3	564	67	45	36.7	54.8	9.1	2.6	66.5

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、交換性塩基、CECは乾土100g当たり)

第15表 おからコーヒー粕施用試験土壌分析結果(1997年のスイートコーン作付け跡地土壌)

試験区名	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	交換性塩基(mg)			CEC (meq)	塩基飽和度 (%)			
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	合計
おからコーヒー粕堆肥多区	6.1	0.39	3.3	639	69	163	37.5	60.8	9.1	9.2	79.1
おからコーヒー粕堆肥少区	5.8	0.34	3.3	509	61	122	38.1	47.6	7.9	6.8	62.4
牛ふん堆肥多区	6.2	0.48	14.2	817	129	211	40.9	71.2	15.6	11.0	97.8
牛ふん堆肥少区	6.0	0.44	6.4	631	95	144	37.0	60.8	12.7	8.3	81.8
化学肥料区	5.9	0.36	2.7	643	64	135	38.3	59.9	8.3	7.5	75.6

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、交換性塩基、CECは乾土100g当たり)

#### カ. おから・コーヒー粕堆肥の成型化(ペレット化)法の検討

おから・コーヒー粕混合堆肥の製品の主な部分は、小さな粒状であったため、取り扱い性を改善するために製品の成型化(ペレット化)を検討した結果を第16表に示した。

供試材料の含水率を31%~48%で6種類に調整し、ペレット成型装置で粒状化し、各条件でのペレット性状を評価したところ、含水率30%台前半ではペレット化しにくく、含水率40%台後半では柔らかすぎ崩壊し易かった。含水率30%台後半~40%台前半でペレット成型が可能であり、含水率43%に調整した材料で成型した場合に最も性状が良かった。このように含水率43%に調整し、成型することによって、米糠などの結着性のある材料を混合することなくペレット化することが可能であった。今回の成型条件では、ペレットは、直径5mm長さ10mm程度の粒径となった。

第16表 おから・コーヒー粕堆肥のペレット化成型時の含水率の影響

原料 含水率 %	ペレット 含水率 %	性状 評価*	ペレットの性状
31.1	30.4	2	バサバサで崩壊し易い
31.2	30.9	2	バサバサで崩壊し易い
36.5	38.9	4	やや良好
41.4	39	4	やや良好
43.1	43.3	5	良好
48.3	49.2	3	軟らかく崩壊し易い

\* 性状を1~5で評価

#### (4) まとめ

おからは肥料成分が高いので堆肥化過程での窒素成分の揮散が大きく、アンモニア等による臭気を発生しやすい。一方、コーヒー粕の堆肥化は良好に行われても、製品が植物生育を抑制する欠点がある。そこで、おからとコーヒー粕を混合して堆肥化する方法を検討した。その結果、混合によって双方の欠点が補われ、おから、コーヒー粕それぞれを単独で堆肥化するの

に比べ、非常に良好な堆肥化が可能となった。おから・コーヒー粕混合堆肥は、おから堆肥化時に問題であった悪臭の原因となる窒素の揮散が軽減され、コーヒー粕の堆肥化時に問題であった製品の作物に及ぼす障害も軽減された。

おからとコーヒー粕の混合比率は混合比率の検討結果より容積または重量でほぼ等量に混合する事が最も効率がよいと考えられた。本堆肥化処理は、連続堆肥化試験の結果より、2~3か月が必要と考えられた。

また、本堆肥化処理では、コーヒー粕混合により発熱が著しく、しかも長期間継続するため、乾燥しすぎる恐れがあるため、1か月に1回以上の切り返しを行い、含水率(50%以上)を適正に管理する必要であると考えられた。

施用効果に関しては、本研究では、おから・コーヒー粕堆肥のトマト育苗に加え、800kg/10a、400kg/10aの2段階の施用量でスイートコーン、ダイコン等の圃場連用試験(武田ら 2000)を実施し、通常利用されている牛ふん堆肥等と同等程度の効果を有することを確認している。このため、おから・コーヒー粕混合堆肥(1:1)は肥料効果は牛ふん堆肥と同等程度が期待できるため、施用量は牛ふん堆肥と同等程度で露地 1トン/10a、施設 2トン/10a程度(含水率50%程度)と考えられた。しかし、おから・コーヒー粕混合堆肥は、窒素成分が高めのため、連年施用する場合は、窒素成分の蓄積効果に注意し、堆肥施用量を少なくする、減化学肥料などの処置が必要となると考えられた。

また、取り扱い性の面からは、おから・コーヒー粕混合堆肥の製品の主な部分は、小さな粒状であったため、取り扱い性を改善するために製品の成型化(ペレット化)を検討した。その結果、含水率40%程度に調整して、成型すれば、米糠など混ぜ物をする事なくペレット化することが可能であった。

このように、成型化することによって、圃場にまくときに粉となって飛び散ることがなく、従来の状態にくらべ、取り扱い性を向上させる

ことができた。

また、第1章で述べたように、県内では、多肥傾向にある畑、施設畑を中心にリン酸、カリが過剰な畑が認められ、第4章1項で示したように、土づくり資材として主として使われている牛ふん堆肥は、県内では、特にカリ成分が高い状況にある。

このため、牛ふん堆肥のみを土づくり資材として利用した場合、土壌の塩基バランスをくずすことが懸念される。

今回製造したおからコーヒー粕混合堆肥は両原材料が水系での抽出操作を経ているため、カリ成分の含有量が低い。このため、おからコーヒー粕混合堆肥は、成分面からは、リン酸、カリが過剰な畑での土づくり資材としても有用と考えられた。

また、おからについては、本多ら(1994)が、コーヒー粕については、浅井ら(1995)が混合堆肥化を試みているが、前述のように両資材はカリ成分の含有量が低いため、今回のおからコーヒー粕混合堆肥のようにカリ含有率の低い資材を主体に製造した堆肥を牛ふん主体の堆肥と併用することに加え、牛ふんのようなカリ含有率の高い資材と混合して堆肥化することも、土壌環境を適正に保ち、土づくりのための堆肥施用をおこなってゆくのに有用と考えられた。

以上のことから、おから、コーヒー粕混合堆肥化技術は、有機性廃棄物の有効利用、土づくりの推進に必要な土壌環境の適正化に保った有機物施用を行うことの両者に貢献できる技術となると考えられ、今回の研究により、そのための、主要な技術を明らかにすることができた。

また、廃棄物同士を組み合わせることで良質の堆肥が製造できる技術が普及すれば、都市生活と農業生産の両者の連携強化の面からも大きなメリットが得られると考えられる。

## 5. コーヒー粕のキノコ栽培培地としての利用と廃培地の農業利用

### (1) はじめに

コーヒー粕の有効利用のため、縦型密閉型堆肥化装置を用いたコーヒー粕単独で堆肥化された製品に作物の生育を抑制する作用が認められたため、コーヒー粕の作物生育阻害因子について検討し、コーヒー粕による植物生育抑制は、コーヒー粕に含まれる窒素成分が難分解性画分に多く含まれているため土壌に施用した場合に窒素飢餓がおこることが原因であることが明らかとなった(竹本・藤原 1997)。このような、コーヒー粕に含まれる難分解性成分を利用するための方法として、キノコなどの担子菌類の働きを利用して分解することが考えられる。

一方、キノコ栽培のための培地としては、広葉樹おが屑が主流であるが、これらの培地材料が、入手しにくくなってきており、新たな培地材料の開拓が望まれている。コーヒー粕を利用したキノコ栽培利用については、渡辺(1991)、(財)佐川先端科学技術振興財団(1992)、長野県野菜花卉試験場(1993, 1994)、鈴木ら(1996)が報告しているが、その混合割合は低く、培地の補助的なものとして利用されているにすぎない。

もし、コーヒー粕でキノコが栽培できれば、キノコの栽培と有機性廃棄物であるコーヒー粕の有効利用の二つの問題が解決されることになる。

以上のようなことから、本研究では、食品粕であるコーヒー粕の有効利用技術としてキノコ栽培の培地としての利用と廃培地の農業利用技術を検討した。

### (2) 材料および方法

ア. 各種キノコのコーヒー粕含有培地での生育の可能性の調査

各種のキノコを供試し、コーヒー粕含有培地での生育の可否について調査を行った。

(ア)供試菌株：シイタケ(2菌株)、ウスヒラタケ、エノキタケ、ブナシメジ、エリンギ、オオヒ

ラタケ、ヒラタケ、ナメコ、マイタケ、ハナビラタケ、スギエダタケ、マンネンタケ、ブナハリタケ、マスタケ、ヤナギマツタケ(9菌株)の合計15菌種24菌株のキノコを供試した。

(イ)供試培地：コーヒー粕

(ウ)キノコ栽培方法：培地材料を800ml容の栽培容器に含水率約65%に調整した後、混合充填し、121℃、60分間蒸気殺菌を行い、これに各種キノコのおがくず菌を接種した。

菌株接種後、23℃の培養室で培養し、容器内に菌糸が蔓延した時点で18℃、湿度90%の発生室に移動し、キノコを発生させた。

(エ)試験場所：神奈川県森林研究所施設

イ. コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討

コーヒー粕を用いてキノコ栽培をおこなう場合の培地組成の詳細な検討をおこなった。

供試菌種は、神奈川県の特産品として有望と思われたヤナギマツタケとエリンギを用いた。

(ア)試験区：ヤナギマツタケでは、第17表に示した10試験区、エリンギでは、第18表に示した9試験区を設定した。

第17表 コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討 試験区構成 ヤナギマツタケ

試験区構成	混合比率 (v/v)
1区 コーヒー粕 米糠	( 1 : 1 )
2区 コーヒー粕 米糠	( 2 : 1 )
3区 コーヒー粕 米糠	( 3 : 1 )
4区 コーヒー粕 米糠 パーミキュライト	( 1 : 1 : 1 )
5区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 1 : 1 : 1 )
6区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 1 : 2 : 2 )
7区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 2 : 2 : 1 )
8区 コーヒー粕 米糠 木炭	( 1 : 1 : 1 )
9区 コーヒー粕 フスマ 木炭	( 1 : 1 : 1 )
10区 おが屑 米糠 (対照区)	( 3 : 1 )

\* おが屑、米糠を用いた通常のキノコ栽培で得られた廃培地

第18表 コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討 試験区構成 エリンギ

試験区構成	混合比率 (v/v)
1区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 1 : 1 : 1 )
2区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 1 : 2 : 1 )
3区 コーヒー粕 米糠 廃培地*	( 2 : 2 : 1 )
4区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 1 : 1 : 1 )
5区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 2 : 2 : 1 )
6区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 1 : 2 : 2 )
7区 コーヒー粕 フスマ 廃培地*	( 1 : 1 : 1 )
8区 コーヒー粕 フスマ 廃培地*	( 2 : 2 : 1 )
9区 おが屑 フスマ (対照区)	( 2 : 1 )

\* おが屑、米糠を用いた通常のキノコ栽培で得られた廃培地

(イ)キノコ栽培方法：ア(ウ)キノコ栽培方法と同じ

ウ. コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地の堆肥化試験

コーヒー粕、米糠を混合し、キノコ栽培に用いたもの(コーヒー粕含有キノコ廃培地)を用い、堆肥化試験を行った。

(ア)試験区：1区 コーヒー粕単独

2区 コーヒー粕、米糠混合物(2 : 1(v/v))

3区 コーヒー粕、米糠を2 : 1(v/v)で混合し、キノコ栽培に用いたもの(以下コーヒー粕含有キノコ廃培地とする)

(イ)堆肥化方法：80L容通風装置付試験堆肥化装置(東海プラントTP80)(藤原・竹本 1996)を用い、それぞれの材料を1997年5月30日に堆肥化装置内に投入し、10L/minで通気を行ない、約3か月間堆肥化処理を行った。適宜、切り返しを行い、その時にサンプルを採取して、以下の分析に供試した。

(ウ)調査・分析方法

以下の項目について、堆肥化過程の変化を経時的に調査した。分析については、有機物分析法(山口ら 2000)によった。

ア)堆肥化装置内温度変化：熱電対温度計で測定

イ)供試材料重量変化

ウ)含水率：105℃加熱乾燥法

エ)粗灰分：550℃加熱灰化法

オ)全窒素量：全炭素窒素自動分析装置(Sumika

NC-800)で測定した。

カ)有機物分解率：供試材料乾物重量及び灰分率の変化より算出した。

エ. コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地による作物栽培試験

試験ウで作成した堆肥化物及び原料を用い、コマツナを用いた栽培試験を行った。

(ア)供試材料と試験区

1区 コーヒー粕+化学肥料(燐加安42号3.6g(N 0.5g相当量)/ポット)

2区 コーヒー粕, 米糠混合物(2:1(v/v))

3区 コーヒー粕含有キノコ廃培地

4区 コーヒー粕を堆肥化处理したもの(以下コーヒー粕単独堆肥化物)+化学肥料(燐加安42号3.6g(N 0.5g相当量)/ポット)

5区 コーヒー粕, 米糠混合物(2:1(v/v))を堆肥化处理したもの

(以下コーヒー粕, 米糠混合堆肥化物)

6区 コーヒー粕含有キノコ廃培地を堆肥化处理したもの

(以下コーヒー粕含有キノコ廃培地堆肥化物)

7区 化学肥料(燐加安42号7.2g(N 1.0g相当量)/ポット)(対照区)

8区 化学肥料(燐加安42号3.6g(N 0.5g相当量)/ポット)

9区 無肥料区

(イ)試験規模

1/5000aワグネルポット

(ウ)栽培・調査方法

2500gの淡色黒ボク土(土性 CL)に150g/ポット(乾物重)の各供試材料を混合し、これに、コマツナの播種, 収穫を行った。播種数はポットあたり10か所, 1か所5粒ずつとし、適宜間引きを行い、1ポット10個体とした。栽培は、第1作 1997年12月15日～1998年4月6日, 第2作 1998年2月25日～4月6日の2作行った。

(エ)調査・分析方法

7)コマツナ収量

1)栽培跡地土壌pH, ECは、常法(土壌標準分析・

測定法委員会 1986)に従って測定した。

(3)結果および考察

ア. 各種キノコのコーヒー粕含有培地での生育の可能性の調査

第19表にコーヒー粕含有培地での各種キノコの生育状況を示した。

今回供試した14菌種25菌株は、ほとんどの菌株がコーヒー粕単独で生育可能であり、エノキタケ, プナシメジ, エリンギ, マイタケ, ハナビラタケ, スギエダタケ, ヤナギマツタケでは生育が良かった。しかし、全体的に菌層が薄く、培養段階でキノコ菌糸が容器内に蔓延するのに時間がかかるなど、慣行のおが屑を主体とした培地による栽培と比較してキノコの生育が劣った。

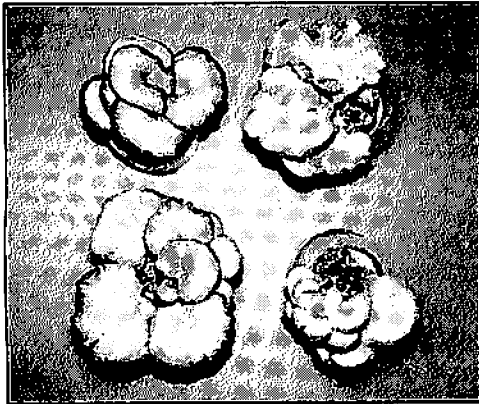
第19表 各種キノコのコーヒー粕含有培地での生育状況

菌種	コーヒー粕	
	単独	コーヒー粕 5 米糠 1
シイタケ(2種)	+	++
ウスヒラタケ	+	+
エノキタケ	++	++
エリンギ	++	++
オオヒラタケ	+	+
ヒラタケ	+	+
ナメコ	+	+
マイタケ	++	++
ハナビラタケ	++	++
スギエダタケ	++	++
マンネンタケ	+	+
プナハリタケ	N.D.	+
マスタケ	N.D.	+
ヤナギマツタケ (9種)	++	++

N.D. No Data



第58図 コーヒー粕含有培地でのキノコ菌糸の発育状況 (培地:コーヒー粕:米糠=4:1, ヒラタケ)



第59図 コーヒー粕含有培地でのキノコの生育状況(培地:コーヒー粕:米糠=3:1, ヒラタケ)

イ. コーヒー粕含有キノコ栽培用培地組成の検討

コーヒー粕を用いてキノコ栽培をする場合の培地組成の検討をヤナギマツタケ, エリンギィでおこなった結果を第20表, 第21表に示した.

ヤナギマツタケは, 9区(コーヒー粕:フスマ:木炭=1:1:1(v/v)混合区)において, 対照とした10区(おが屑:米糠=3:1(v/v)混合区)とほぼ同等の期間で菌糸が容器内にまん延したが, キノコの発生量は, 対照区より劣った. また, エリンギィでは, 1区(コーヒー粕:米糠:キノコ栽培廃培地=1:1:1(v/v)混合区), 2区(コーヒー粕:米糠:キノコ栽培廃培地=1:2:2(v/v)混合区)で菌糸蔓延状況, キノコ発生量ともに対照とした9区(おが屑:フスマ=1:2(v/v)混合区)より, 良好な状態であった. 以上のようなことから, コーヒー粕を基本としたキノコ栽培培地で通常と同様な栽培ができると考えられた.

第20表 各種組成コーヒー粕含有キノコ栽培用培地でのヤナギマツタケの生育状況

試験区構成	混合比率 (v/v)	含水率 (%)	菌糸蔓延 日数 <sup>1)</sup>	キノコ 発生量(g)
1区 コーヒー粕 米糠	( 1 : 1 )	60	41 ~ 53	89
2区 コーヒー粕 米糠	( 2 : 1 )	57	41 ~ 55	79
3区 コーヒー粕 米糠	( 3 : 1 )	62	53 ~ 74	— <sup>2)</sup>
4区 コーヒー粕 米糠 パーミキュライト	( 1 : 1 : 1 )	81	53 ~ 62	83
5区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 1 : 1 : 1 )	66	70 ~ 77	79
6区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 1 : 2 : 2 )	65	70 ~ 77	86
7区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 2 : 2 : 1 )	68	75 ~ 87	85
8区 コーヒー粕 米糠 木炭	( 1 : 1 : 1 )	65	48 ~ 50	92
9区 コーヒー粕 フスマ 木炭	( 1 : 1 : 1 )	65	36 ~ 38	92
10区 おが屑 米糠 (対照区)	( 3 : 1 )	65	30 ~ 38	109

0) おが屑, 米糠を用いた通常のキノコ栽培地で得られた廃培地  
 1) 菌糸が容器内に広がりきるまでに要した日数  
 2) --- 菌の菌のコンタミにより判定不能

第21表 各種組成コーヒー粕含有キノコ栽培用培地でのエリンギィの生育状況

試験区構成	混合比率 (v/v)	含水率 (%)	菌糸蔓延 日数 <sup>1)</sup>	キノコ 発生量(g)
1区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 1 : 1 : 1 )	66	38 ~ 45	121
2区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 1 : 2 : 1 )	65	32 ~ 38	113
3区 コーヒー粕 米糠 廃培地 <sup>0)</sup>	( 2 : 2 : 1 )	68	45 ~ 47	122
4区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 1 : 1 : 1 )	66	41 ~ 56	120
5区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 2 : 2 : 1 )	66	59 ~ 71	105
6区 コーヒー粕 米糠 イナワラ	( 1 : 2 : 2 )	66	61	113
7区 コーヒー粕 フスマ 廃培地 <sup>0)</sup>	( 1 : 1 : 1 )	72	42 ~ 73	119
8区 コーヒー粕 フスマ 廃培地 <sup>0)</sup>	( 2 : 2 : 1 )	74	42 ~ 73	117
9区 おが屑 フスマ (対照区)	( 2 : 1 )	65	39 ~ 40	95

X) おが屑, 米糠を用いた通常のキノコ栽培地で得られた廃培地  
 Y) 菌糸が容器内に広がりきるまでに要した日数

ウ. コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地の堆肥化試験

各試験の堆肥化過程での内容成分の変化を第22表に示した.

80 L容の堆肥化装置を用いた供試材料の発酵試験では, 供試原料のpHは, コーヒー粕単独区(1区), コーヒー粕, 米糠混合区(2区)では, 5後半の値であったのに対し, コーヒー粕含有キノコ廃培地区(3区)では, 4.81と低いpHを示していた.

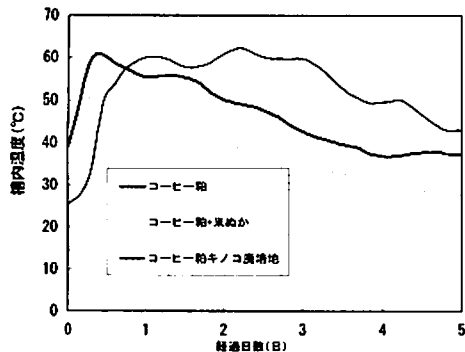
第22表 キノコ栽培廃培地堆肥化過程での内容成分変化

供試資材名	pH	EC (dS/m)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	有機物 分解率(%)
コーヒー粕	5.6	1.1	2.5	54.1	21.6	
同堆肥化物	5.3	1.8	4.3	52.8	12.3	49.1
コーヒー粕米糠混合物	—	—	2.6	51.3	19.7	
コーヒー粕	5.6	1.1	2.5	54.3	21.7	
米糠	6.6	2.4	2.4	44.3	18.5	
同堆肥化物	5.8	6.9	3.5	47.7	13.6	33.1
コーヒー粕含有キノコ廃培地	4.8	3.6	3.2	48.9	15.3	
同堆肥化物	5.6	6.3	5.4	48.5	9.0	50.2

しかし, 槽内温度は, 第60図に示したが, すべての試験区で50~60℃まで上昇し, 堆肥化が良好におこなわれたと考えられた. 最終的な有機物の分解率は, 1区が49.1%, 2区が33.1%, 3区が50.2%となり, 堆肥化物のpHは, 処理の過程でコーヒー粕単独区(1区), コーヒー粕, 米糠混合区(2区)では, 変化なしまたは若干低下であったのに対し, コーヒー粕含有キノコ廃培地では, pHが上昇し, 最終的には, すべての区でpH5.3~5.8の値となった. また, 堆肥化処理によって全窒素含有量は, 上昇する傾向にあり, これに



伴って、CN比は、処理前に1区21.6、2区19.4、3区15.2であったのに対し、堆肥化終了時には、1区12.3、2区13.7、3区9.0と低下する傾向にあり、低い値を示した。ECについては上昇する傾向にあり、コーヒー粕、米糠混合区、コーヒー粕含有キノコ廃培地区では、6dS/m以上となった。



第60図 キノコ栽培廃培地堆肥化過程での品温変化

エ. コーヒー粕含有キノコ栽培廃培地による作物栽培試験

前堆肥化試験で作成したコーヒー粕含有キノコ廃培地関連資材を混合した土壌で栽培したコマツナの生育状況を第23表に栽培後土壌のpH、ECを第24表に示した。コーヒー粕施用区のコマツナ生育量は、極めて少なく対照区(N1.0g/ポット)に対する比(対照100)で3.2であり、堆肥化処理によって上昇したが、対照区比で38.3と低い値であった。コマツナの生育量は、すべての試験区で対照区(N1.0g/ポット)を下回ったが、堆肥化処理によるコーヒー粕、米糠混合区でのコマツナ生育量の増加は149.5~181.1g/ポットであったのに比べ、コーヒー粕含有キノコ廃培地区では、堆肥化処理によってコマツナの生育量が86.1~177.6g/ポットと顕著に増加した。このことから、コーヒー粕のキノコ栽培利用によってコーヒー粕に含まれる窒素成分に変化があったと考えられた。

第23表 コーヒー粕含有キノコ廃培地関連資材施用土壌でのコマツナの生育状況

供試資材名	第1作	第2作	合計	対照比 (N0.5g区100)
コーヒー粕	5.9	0.6	6.5	3
同堆肥化物	28.6	49.2	77.8	38
コーヒー粕米糠混合物	31.6	117.9	149.5	74
同堆肥化物	31.2	150.6	181.8	90
コーヒー粕含有キノコ廃培地	29.2	56.9	86.1	42
同堆肥化物	49.4	128.3	177.7	88
無肥料区	1.9	1.1	3	1
化学肥料区N0.5g/ポット区	68.8	44.2	113	56
化学肥料区N1.0g/ポット区	77.9	125.1	203	100

10株生体重(g)/ポット

第24表 コマツナ栽培後土壌のpH、EC

供試資材名	pH	EC (dS/m)
コーヒー粕	5.8	0.24
同堆肥化物	6.1	0.26
コーヒー粕米糠混合物	6.5	0.31
同堆肥化物	6.7	0.36
コーヒー粕含有キノコ廃培地	6.2	0.31
同堆肥化物	6.3	0.45
無肥料区	7.1	0.07
化学肥料区N0.5g/ポット区	5.9	0.32
化学肥料区N1.0g/ポット区	5.9	0.52

#### (4) まとめ

キノコ栽培では、コーヒー粕単独でも多くの菌種のコメコが栽培できることが明らかとなったが、コーヒー粕単独では、慣行のおが屑を主体とした培地による栽培と比較してキノコの生育が劣るという問題点がみられた。この問題を解決するために、培地組成についてヤナギマツタケとエリンギにより詳細に検討した結果、フスマ、木炭、米糠等と混合することによって、慣行のおが屑による栽培とほぼ同等の効果が出せることが明らかとなった。

さらに、キノコ廃培地を堆肥化することにより、コーヒー粕による作物への障害性が、軽減され、その結果、作物生育を増進させることができ、有機資材としての利用の可能性が明らかとなった。

これらのことは、コーヒー粕をキノコ栽培に利用した後、廃培地を堆肥化し、農業利用する

という2つの利点を含んだリサイクルシステムの構築を意味し、今後の有機性廃棄物リサイクルシステムに大きな示唆を与えるものと考えられる。

以上のようなことから、本項では、食品粕であるコーヒー粕の有効利用技術としてキノコ栽培の培地として利用、その廃培地を農業利用する2つの利点を含んだリサイクルシステムの構築の可能性を示すことができた。

## 6. 第2章総括(おからコーヒー粕の農業利用)

都市から排出される食品廃棄物の有効利用推進は重要な問題であるが、その再生利用率は、10%に満たない状況であり、中でも一般廃棄物に属する食品廃棄物のリサイクル率は、肥料(堆肥)として僅か0.3%に過ぎない状態である。特に都市部に隣接する神奈川県ではこのような都市廃棄物の有効利用は重要な課題である。

このようなことから、本章では、県内の主要な食品廃棄物であるおから及びコーヒー粕を対象にその農業利用技術について検討した。

第2章1項、2項では、おから、コーヒー粕について、それぞれ縦型堆肥化装置による単独堆肥化を試みたところ、おからについては、肥料効果に優れる良質な堆肥が得られたが、製品の歩留まりが悪いこと、原料の含水率が高いこと、堆肥化過程での窒素成分の揮散が激しく、アンモニアを主体とした悪臭の発生が著しいなどの問題があった。

また、コーヒー粕については、通気性に優れており、窒素成分の揮散も少ないため臭気の発生も少なく、堆肥化資材として優れたものであったが、通常の数か月の堆積期間では、作物生育が、抑制される傾向にあった。

第2章3項でその生育抑制因子について検討したところ、コーヒー粕は、堆肥化処理などを行なうことによってその作物生育抑制作用を軽減することが必要であり、この処理期間が短いと窒素成分の吸収を主因とする作物生育抑制が起こると考えられ、この作物生育抑制を通常の堆

肥化処理によって完全に除去するには、長い期間を必要とした。

このため、コーヒー粕の利用方法を考えた場合、窒素成分の高い他資材と混合し、堆肥化処理等の微生物処理を施すことが適切であると考えられた。この場合、コーヒー粕は作物に対する肥効(主に窒素成分)の面からは、窒素成分を吸収するためマイナス要因であるが、臭気の軽減などの面から考えると、堆肥化の際の副資材としては非常に有効な資材になるものと思われた。

そこで、第2章4項では、おから、コーヒー粕の混合堆肥製造法について検討したところ、おからとコーヒー粕の約1:1(容積比)の混合により良質の堆肥が製造可能なことが明らかとなった。このように、廃棄物同士を組み合わせでの良質堆肥製造技術が明らかにできた。

さらに、第2章5項では、コーヒー粕の有効利用技術としてキノコ栽培培地として利用及びその廃培地の堆肥利用について検討した。その結果、コーヒー粕を基本としたキノコ栽培培地で通常と同様な栽培ができること、さらに、キノコ廃培地を堆肥化することにより、コーヒー粕による作物への障害性が、軽減され、その結果、作物生育を増進させることができることが明らかとなった。

このことから、コーヒー粕をキノコ栽培に利用した後、廃培地を堆肥化し、農業利用するという2つの利点を含んだリサイクルシステムの構築の可能性が示された。

以上のように、おから、コーヒー粕の農業利用技術については、本研究により、おから、コーヒー粕の堆肥化特性を明らかにするとともに、おからコーヒー粕混合堆肥製造技術及びコーヒー粕のキノコ栽培培地利用と廃培地の堆肥利用を組み合わせた堆肥化システムを明らかにできた。

### 第3章 生ごみ処理装置での生ごみ分解条件の検討

#### 1. 微生物分解型生ごみ処理装置での処理条件と処理物の特性の関係の検討

##### (1) はじめに

微生物で分解するタイプ(微生物分解型)の生ごみ処理装置では、菌床の種類、容量などの処理条件によりその特性が異なると考えられる。そこで、家庭用生ごみ処理装置を実際の家庭に設置し、生ごみの投入状況、装置の運転状況を調査する現地試験を実施した。併せて、生ごみ分解のモデル試験により、生ごみ素材の種類、投入量及び生ごみに含まれる塩分、油脂分の集積が生ごみ分解状況に与える影響を検討した。更に、生ごみ処理物を収集し、その有機酸含有量、油脂含有量とpHの関係及び微生物特性についても検討を行い、生ごみ処理装置の処理法と処理物の特性の関係について検討した。

##### (2) 材料および方法

ア. 微生物分解型生ごみ処理装置の現地試験

(ア) 試験場所：大磯町一般家庭(戸建)17戸

(イ) 試験装置：装置BK1 7機、装置BK2 10機

ア) 装置BK1の概要：菌床(バーク堆肥、ヤシ殻破砕物、おが屑混合)容量27L、

槽下部より加温(40～50℃)、二槽式(静岡製機(株)試作装置)

イ) 装置BK2の概要：菌床(初穀)容量70L、

15℃以下になると下部より加温、一槽式

(ウ) 試験期間：

第1回(冬季)1999年9月21日～2000年3月8日(23週間)

第2回(夏季)2000年4月18日～2000年9月28日(23週間)

(エ) 調査項目：生ごみ処理装置を配置した各家庭に調査票を配布し、下記項目をチェックしてもらい、巡回調査時に調査票を回収した。

また、生ごみ処理装置を配置した家庭を、2週間毎に巡回し、以下の項目を調査した。また、巡回時に処理槽内菌床の状態を維持できるよう

に、菌床の取りだし、追加投入をおこなった。

ア) 生ごみ投入量：

台はかりを配布し、生ごみ処理装置投入時に時刻、重量を記録した。

イ) 生ごみ種(各日)：

下記の合計9種類の項目を表記し、投入時に投入生ごみ種をチェックした。

項目：魚(骨、身)、肉、米飯、野菜屑、茶粕、卵殻、果物皮、加工食品

なお、本試験では、各家庭から排出された生ごみはすべてをそれぞれの家庭の装置に投入した。

ウ) 菌床重量 エ) 含水率(農林水産省農蚕園芸局農産課編 1979)

カ) 菌床pH、菌床EC(農林水産省農蚕園芸局農産課編 1979)：10倍容の純水を添加し30分間振とう後、測定した。

また、上記の項目から下式により生ごみの分解率を算出した。

・生ごみ分解率=(装置投入乾物量<sup>1)</sup> - 装置内乾物残量) / 投入生ごみ乾物量<sup>2)</sup>

イ) 装置に投入した生ごみ及び菌床の乾物重の総量

2) 生ごみの含水率を80%と仮定し、算出

イ. モデル試験による各種条件下での生ごみ分解状態の検討

イ-① 各生ごみ素材の分解特性の検討

(ア) 供試材料

魚(アジ)、米飯(炊飯したもの)、肉(豚肉、火を通した物)、茶粕、かまぼこ、ミカン、スイカ、バナナ、メロンの合計10種類の乾燥粉碎物を供試した。また、ミカン、スイカ、バナナ、メロンについては皮部分を試料として用いた。

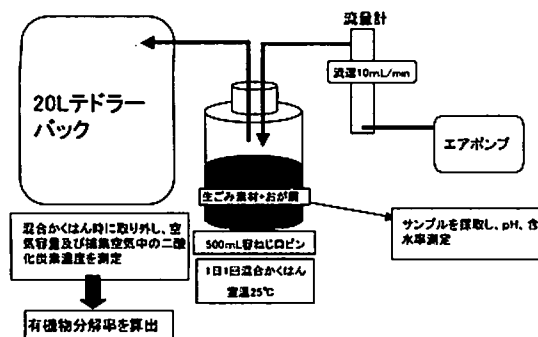
(イ) 試験規模 500mL容ガラスねじロビン

(ウ) 試験方法

有機物分解プロセスの解析のためには、一般的には、有機物の分解を二酸化炭素の発生量を測定することによって定量的に把握している(K.Nakasaki etc. 2000)。本試験では、より多くの試料について調査を行うため、第61図のよう

なモデル試験装置を作成した。

各供試材料5gとおが屑50gを混合し、含水率50%、Ca(OH)<sub>2</sub>でpH8.5に調整したものを充填した。1日1回容器内試料の攪拌を行い、攪拌混合時に容器内より試料を採取し、pH、含水率測定に供試した。また、容器内に15mL/minで通気し、排気全量をテドラーバックに収集し、各日の試料攪拌時にバックを交換し、二酸化炭素濃度、通気量の測定に供試した。試験期間は、10日間とし、外気温は、25℃に維持した。試験は、各区2連制で行った。また、かまぼこ、キャベツ、米飯については、各供試材料25g(5倍量)添加区を設定した。



第61図 生ごみ素材分解試験装置図の概要

#### (エ)測定項目

ア)発生二酸化炭素濃度：packaging atmosphere analyzer(MAP TEST 2000 Hitech Instruments Ltd.)によって測定

イ)通気量：各日攪拌時に、テドラーバックに集積した空気量を積算流量計(DC-2 SHINAGAWA Corp.)によって測定

ウ)供試試料全炭素含有量：全炭素窒素同時分析計(住化NCアナライザー NC-800)によって測定した。

エ)有機物分解率：ア)イ)ウ)より下記算出式により算出した。

有機物分解率(%) = 発生した二酸化炭素濃度(%) × 空気量(L) / 22.4(mol/L) / 12(g/mol) / (試料全炭素含有量(%) × 供試試料重量(g))

オ)pH：試料1gを採取し、蒸留水10mL添加攪拌

後、30分間静置後測定(0, 1, 3, 6, 10日目)

カ)含水率：105℃乾燥法(0, 6, 10日目)

イ-②. 塩分、油脂存在下における生ごみ分解状況の検討

(ア)供試材料：キャベツの乾燥物(キャベツの葉部分を乾燥・粉砕したもの)

(イ)試験装置：イ-① 各生ごみ素材の分解特性の検討と同様に第61図に示したモデル試験装置を用いた。

(ウ)試験区

ア)塩分存在下での生ごみ分解状況の検討

・バッチ試験：各供試材料、分解基材(おが屑)の合計量の設定割合に相当するNaClを添加混合した。試験区は、0.0%、0.5%、1.0%、2.0%、4.0%、8.0%を設定した。

・連続投入試験：NaCl 0.0%、2.0%、8.0%を設定した。

イ)油脂分存在下での生ごみ分解状況の検討

・バッチ試験：各供試材料、分解基材(おが屑)の合計量の設定割合に相当する食用油を添加混合した。試験区は、0.0%、4.0%、8.0%、10.0%、15.0%、30.0%を設定した。

・連続投入試験：食用油 0.0%、4.0%、10.0%、30.0%を設定した。

ウ)塩分油脂混合存在下での生ごみ分解状況の検討

・連続投入試験：塩分0.0%、2.0%、4.0%、8.0%と油脂10.0%を混合した区を設定した。対照区として塩分、油脂無添加区を設定した。

なお、素材別の分解状況の違いを把握するため、スイカ乾燥物(スイカの皮を乾燥・粉砕したもの)及び茶粕乾燥物(茶粕を乾燥・粉砕したもの)を供試材料として塩分4.0%、8.0%条件、油脂10.0%条件での連続投入試験を行った。

(エ)試験方法

ア)バッチ試験：各供試材料5gとおが屑50g(乾燥物)及び所定量の塩分(NaCl)、油脂を混合し、含水率50%、Ca(OH)<sub>2</sub>でpH8.5に調整したものを充填した。1日1回容器内試料の攪拌を行い、攪拌混合時に容器内より試料を採取し、pH、含水率

測定に供試した。また、容器内に15mL/minで通気し、排気全量をテドラーバックに収集し、各日の試料攪拌時にバックを交換し、二酸化炭素濃度、通気量の測定に供試した。試験期間は、10日間とし、外気温は、25℃に維持した。試験は、各区2連制で行った。

イ)連続投入試験：事前にバッチ試験と同様な方法で分解処理を行った分解基材(おが屑、供試材料混合物)を作成した。本分解基材50g(乾物)に供試材料を1g/日で投入し、1日1回容器内試料の攪拌を行い、バッチ試験と同様にpH、含水率、二酸化炭素濃度等の測定を行った。試験期間は、10または20日間とし、外気温は、25℃に維持した。試験は、各区2連制で行った。

#### (オ)測定項目

ア)発生二酸化炭素濃度：packaging atmosphere analyzer(MAP TEST 2000 Hitech Instruments Ltd.)によって測定

イ)通気量：各日攪拌時に、テドラーバックに集積した空気量を積算流量計(DC-2 SHINAGAWA Corp.)によって測定

ロ)二酸化炭素発生量：ア)イ)より下記算出式により算出した。

二酸化炭素発生量(mol) = 発生した二酸化炭素濃度(%) × 空気量(L) / 22.4(mol/L) / 12(g/mol)

エ)pH：試料1gを採取し、蒸留水10mL添加攪拌後、30分間静置後測定(0, 1, 3, 6, 10日目)

カ)含水率：105℃乾燥法(0, 6, 10日目)

#### イ-③ 米飯の分解特性の検討

食堂などの事業所では米飯は残飯(食べ残し)として多量に投入される場合も想定される。そこで、各種条件での米飯を投入した場合の分解状況を検討した。

(ア)供試材料：米飯(炊飯後冷凍保存したものを解凍し使用)

(イ)試験区構成：(おが屑100g=約700ml)

ア)40℃少量区：菌床(おが屑)100g+消石灰1g混合、40℃培養、米飯25g/日×7回添加

イ)40℃多量区：菌床(おが屑)100g+消石灰1g混合、40℃培養、米飯50g/日×7回添加

ロ)60℃少量区：菌床(おが屑)100g+消石灰1g混合、60℃培養、米飯25g/日×7回添加

エ)60℃多量区：菌床(おが屑)100g+消石灰1g混合、60℃培養、米飯50g/日×7回添加

(ウ)試験方法：各菌床に消石灰を混合し、含水率40%に調整し、1.5Lプラスチック容器に充てんした。これに、各重量の米飯(含水率60%)を0~6日目に投入混合し、各温度の恒温槽内で培養した。その後は、毎日1回混合攪拌をおこなった。0, 3, 7, 10, 14日目に米飯投入前に試料を採取し、各項目の測定をおこなった。

(エ)測定項目：

ア)菌床乾物重量変化(菌床重量、含水率より算出)

イ)菌床内有機酸、糖類含有量：試料5gを採取し、50mLのイオン交換水を添加、1時間振とう後、ガーゼでろ過し、遠心分離(10,000rpm)した。この上清を0.45μmのメンブランフィルターを通過させたものを試料液として供試し、高速液体クロマトグラフ(LC-10AD 島津製作所)で測定した。測定条件は以下のとおりである。

・有機酸測定条件；カラム Sim-pack SCR-102H(内径8mm×長さ300mm 島津製作所)

カラム温度 40℃、流速 0.8ml/min、注入量 10μl

移動相 5mM p-トルエンスルホン酸水溶液

反応相 5mM p-トルエンスルホン酸、100μM EDTA、20mM Bis-Tris水溶液、

検出器 電気伝導度検出器(CDD-6A 島津製作所)

・糖類測定条件；カラム Sim-pack SCR-101C(内径7.9mm×長さ300mm 島津製作所)

カラム温度 80℃、流速 1.0ml/min、注入量 10μl

移動相 水 検出器 示差屈折計(RID-6A 島津製作所)

ロ)菌床pH、EC：10倍容のイオン交換水を添加し、30分間振とう後に測定した。

エ)揮散アンモニア、酢酸濃度：混合攪拌後、30分間容器を密閉し、この時の容器内の空気を北

川式ガス検知管を用いて測定した。(試験開始20日目に測定した。)

#### ウ. 生ごみ処理物の特性

##### ウ-① 生ごみ処理物の含有油脂とpHの関係

(ア) 供試材料：生ごみ処理物 合計50点

ア) 県内事業所で製造されている生ごみ処理物(微生物分解型17点, 乾燥型2点, 合計19点)

イ) 家庭用生ごみ処理装置処理物(合計31点)

第25表に示した5装置の試料を供試した。なお, 装置BK1, BK2に関しては, 最終取り出し品を供試した。

第25表 供試家庭用装置供試材料一覧

種類	装置No.	製造場所	製造時期	調査回数	調査点数	主な菌床材料	装置特徴
微生物分解型	装置BK1	A市	3ヶ月間	7	49 <sup>ア)</sup>	パーク堆肥	1) 菌床
					7 <sup>イ)</sup>	ヤシ殻等	2) 菌床が少な
微生物分解型	装置BK2	A市	3ヶ月間	10	22 <sup>ア)</sup>	モミガラ	菌床が少な 調湿剤としてワ: 含有率低
微生物分解型	装置BK3	B市	1ヶ月間	5	5	木質チップ	菌床が少な 調湿剤としてワ: 含有率低
微生物分解型	装置BK4	B市	1ヶ月間	4	4	木質チップ 粒状活性炭	1) 菌床 2) 菌床が少な
乾燥型	装置BK5	C市	1ヶ月間	5	5	なし	菌床が少な

装置No.002は菌床, 014は微生物分解型を有する, 015は菌床を有する。

ア) 調査回数  
イ) 調査回数

2) 菌床取出品

##### (イ) 調査項目：

ア) 菌床pH(農林水産省農蚕園芸局農産課編1979)：10倍容のイオン交換水を添加し, 30分間振とう後測定

イ) 油脂含有量((財)日本食品分析センター編2001)：ソックスレー抽出法(ジエチルエーテル)により測定した。

##### ウ-② 生ごみ処理物の有機酸成分とpHの関係

(ア) 供試材料：生ごみ処理物 合計50点

ア) 県内事業所で製造されている生ごみ処理物(微生物分解型17点, 乾燥型2点, 合計19点)

イ) 家庭用生ごみ処理装置処理物(合計31点)

第25表に示した5装置の試料を供試した。なお, 装置BK1, BK2に関しては, 最終取り出し品を供試した。

##### (イ) 調査項目：

ア) 菌床pH(農林水産省農蚕園芸局農産課編1979)：10倍容のイオン交換水を添加し, 30分間振とう後測定

イ) 菌床内有機酸含有量：試料の10倍容のイオン交換水を添加, 1時間振とう後, 遠心分離(10,

000rpm)した。この上清を0.45 $\mu$ mメンブランフィルターでろ過し, 供試液とし, 高速液体クロマトグラフ(LC-10AD 島津製作所)で測定した。測定条件は以下のとおりである。

測定条件；カラム Sim-pack SCR-102H(内径8mm×長さ300mm 島津製作所)

カラム温度 40℃, 流速 0.8ml/min, 注入量 10 $\mu$ l

移動相 5mM p-トルエンスルホン酸水溶液

反応相 5mM p-トルエンスルホン酸, 100 $\mu$ M EDTA, 20mM Bis-Tris水溶液

検出器 電気伝導度検出器(CDD-6A 島津製作所)

##### ウ-③ 生ごみ処理物の微生物特性

(ア) 供試材料：

微生物分解型生ごみ処理物B(低pH高油脂), 微生物分解型生ごみ処理物F(低pH高油脂)

家庭用生ごみ処理装置処理物熟成品(生ごみ処理物BK1(第25表参照)を収集後, 約2ヶ月間堆積したもの；高pH低油脂)(対照)

牛ふん堆肥(対照)

##### (イ) 内容成分調査項目：

ア) 含水率：105℃乾燥法(農林水産省農蚕園芸局農産課編1979)

イ) 菌床pH, EC(農林水産省農蚕園芸局農産課編1979)：10倍容のイオン交換水を添加し, 30分間振とう後測定。

ロ) 全窒素全炭素含有率：炭素窒素自動分析計(住化 NCアナライザー NC-800)で測定

ハ) P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd：湿式灰化後, ICP発光分光分析計(パリアン Vista AX)で測定。

ニ) 粗灰分(農林水産省農蚕園芸局農産課編1979)：550℃マッフル炉内で灰化。

ヒ) 粗脂肪含有量：ソックスレー抽出法(ジエチルエーテル)で測定。

##### (ウ) 微生物数調査試験方法：

各試料の微生物数を希釈平板法によって測定した。培地は, NA培地(山里ら1990)(細菌類), ローゼンベンガル培地(糸状菌類, 酵母類)(野口ら

2000, 土壤環境分析法編集委員会 1997)を用いた。

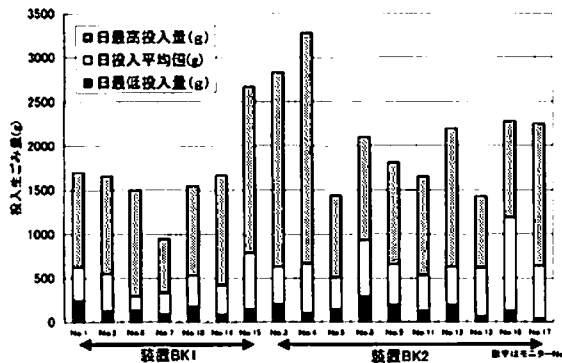
また, NA培地については, 塩化ナトリウム(NaCl)濃度で0.0%, 0.5%, 1.0%, 2.0%をpHで5, 7, 9を設定し, 両者の組み合わせで合計12種類の条件の培地を作成し, 試験に供試した。

(3) 結果および考察

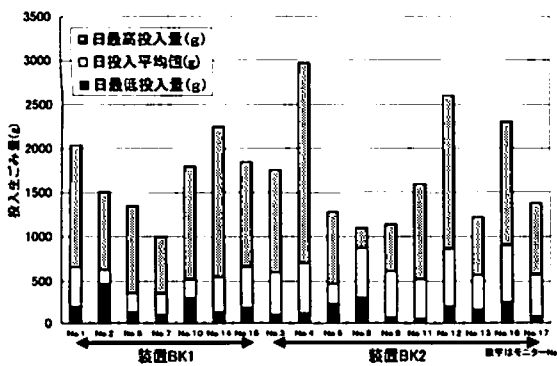
ア. 微生物分解型生ごみ処理装置の現地試験

(ア) 各家庭での生ごみの投入状況

両期間とも投入量は日平均約600gであったが, 1日あたりの生ごみ投入量は, 冬季 3, 280g~40g, 夏季 2, 970g~50g(最大~最小)であり, 家庭間だけでなく, 同一家庭内の日当り投入量の格差も大きかった(第62図, 第63図)。

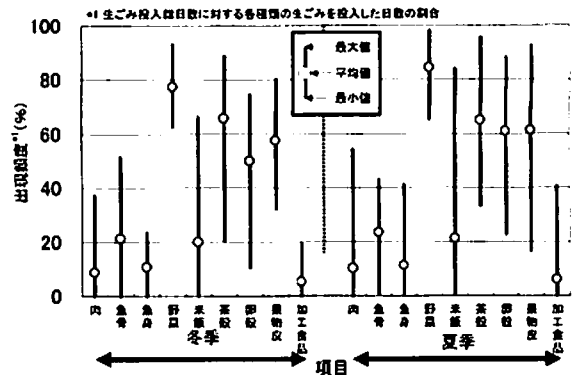


第62図 各家庭での生ごみ投入量(最大最小及び平均値)冬季

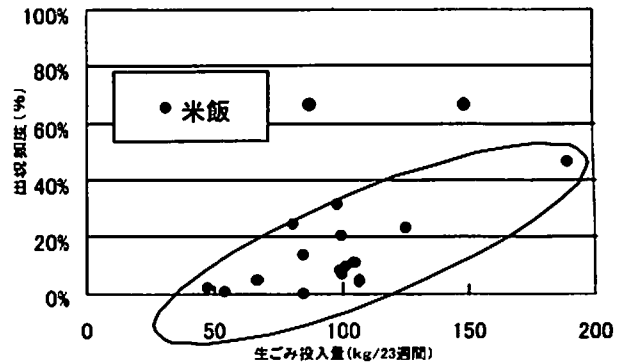


第63図 各家庭での生ごみ投入量(最大最小及び平均値)夏季

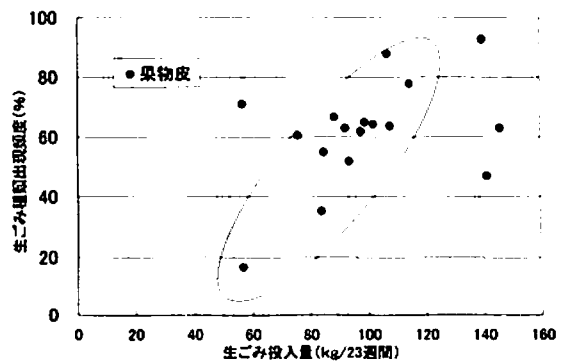
また, 投入生ごみの種類については, 全期を通して野菜屑が主体で, 続いて茶殻, 卵殻が多い傾向であった(第64図)。また, 生ごみ投入量と生ごみ種類との相関関係を検討した結果, 冬季では, 生ごみ投入量と米飯の出現頻度との関係が高く(第65図), 夏季は, 果物皮との関係が高かった(第66図)。



第64図 各家庭での排出生ごみの種類



第65図 生ごみ投入量と投入生ごみ種類の関係 冬季 米飯



第66図 生ごみ投入量と投入生ごみ種類の関係 夏季 果物皮

これまでも生ごみ排出量に関する調査は行われているが、何れも短期間におこなわれたもの(谷川ら 1997)もしくは、単一の家についておこなったもの(山本ら 1999)であり、長期にわたり、複数の家庭で検討をおこなった例はみられない。本試験では、1年間を通し、冬季、夏季の2期に分け、各々23週間、17戸の家庭について調査を行い、通年での変化を把握することができた。

また、井上ら(2000)は、魚、米飯、茶殻などを配合したモデル生ごみを提案しているが、本試験の結果、通常家庭から排出される生ごみは、主に野菜屑を主体とした調理屑及び茶殻、卵殻が主体であり、残飯類や魚、肉類の投入されない日が比較的多く、月数回程度投入されているだけであった。

このため、井上らにより提案されているモデル生ごみは、投入生ごみの組成の平均とは一致するが、毎日投入される生ごみは、通常、野菜屑、茶殻が主体であり、月数回の割合で、魚、米飯が投入されるように異なっている。このため、生ごみ処理装置の性能評価には、このような投入生ごみ組成の変化を考慮し、行うことが必要と考えられた。

投入量と生ごみ種類との関係については、冬季は生ごみ投入量と米飯の出現頻度の関係が高く、夏季では、果物皮の投入頻度との関係が高かったが、これは、生ごみの投入量が冬季は、廃棄される食べ残しの残飯の量に影響を受け、夏季は、スイカ、メロンに代表される、高水分果物残さの投入に影響を受けるためと考えられた。

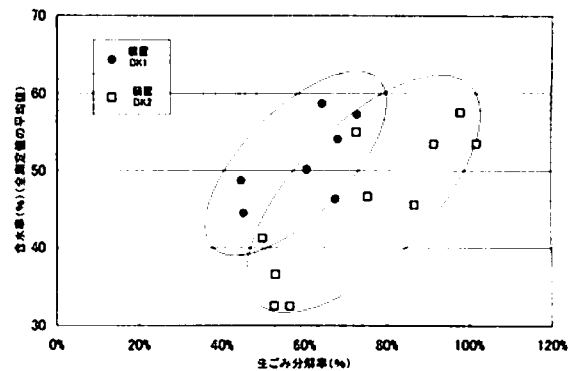
以上のように、本試験により家庭用装置に投入される生ごみの種類、生ごみ投入量と生ごみ種類、季節の関係が明らかとなった。

#### (イ)生ごみ処理装置の運転状況の検討

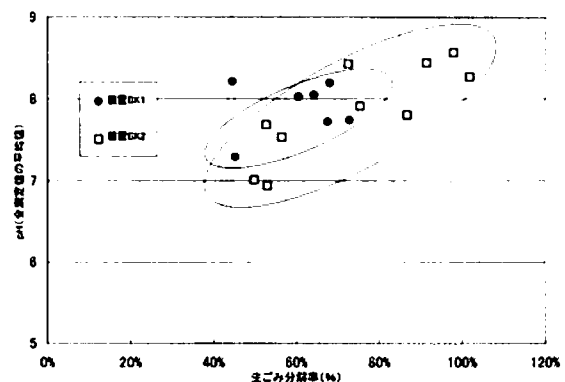
各家庭における生ごみの分解率を算出し、含水率、pH、ECとの関係を検討した。その結果、装置ごとにみた場合、生ごみ分解率は含水率と正の関係にあり、含水率が高いほど高い傾向に

あった(第67図)。同様にpHとも正の関係にあり、pHが高いほど高い傾向にあった(第68図)。

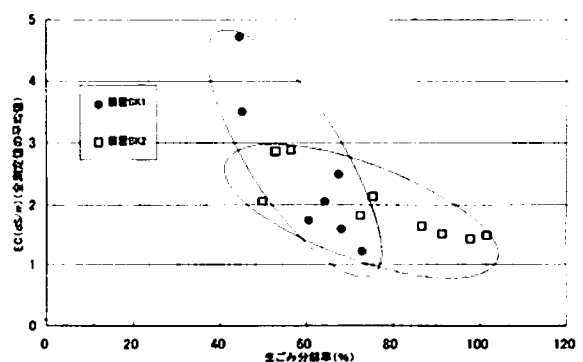
逆にECとは負の関係にあり、ECの上昇に伴い、生ごみの分解率の低下する傾向がみられた。(第69図)。このため、生ごみ分解率の低下は、生ごみによるECの上昇やpHの低下、含水率の低下が要因と考えられた。



第67図 生ごみ分解率と装置内含水率の関係



第68図 生ごみ分解率と装置内pHの関係



第69図 生ごみ分解率と装置内ECの関係



イ. モデル試験による各種条件下での生ごみ分解状態の検討

前試験より家庭から排出される生ごみの量、種類などが明らかとなった。生ごみ処理装置には、各種の生ごみが適宜投入される。このため、本項では、投入される生ごみの量や種類が装置内での生ごみ分解状態に与える影響をモデル試験により検討した。

イ-① 各生ごみ素材の分解特性の検討

生ごみ素材毎の有機物分解率及びpHの変化を第70図、第71図に示した。スイカ、魚、キャベツでは、初期の分解の進行が早く、2~3日後に分解速度がピークに達し、10日後には分解率は、70~80%の値となった。

かまぼこでは、分解率のピークがスイカなどと比較してやや遅かったが、以降順調に分解が進行し、10日後での分解率は逆に高く約100%となった。これら4サンプルでは、pHの初期の低下は少なく、pHは、当初7~7.5から8~9まで上昇した。

これに対し、茶粕、みかん皮では、分解率のピークが比較的遅く4~5日後に現れ、10日後での分解率は35~40%程度となった。また、初期のpHの低下が5程度までと大きく最終的には7程度となり、あまり上昇しなかった。

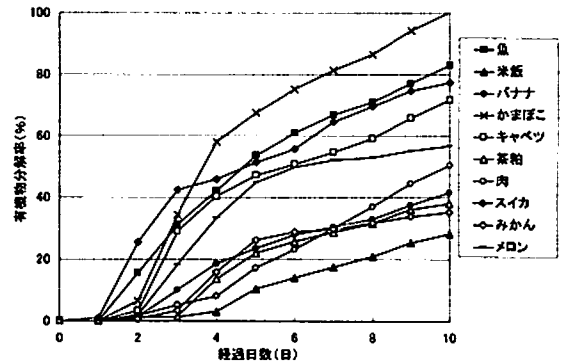
肉では、分解率は5日後に高くなり、各日の分解率はそのまま同程度で推移する傾向にあった。pHは8まで上昇したが、分解率は50%程度であった。米飯ではpHは低下し、最終的に6程度となった。分解率は低く推移し、10日後の分解率は30%弱であった。

バナナ、メロンでは、かまぼこと同様に分解率のピークがスイカなどと比較してやや遅かった。また、初期のpH低下が大きい傾向にあり、10日後までの分解率は、メロンで60%程度であったが、バナナでは40%程度と低い傾向にあった。

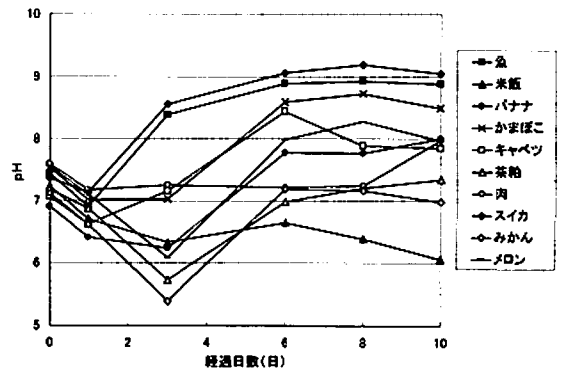
以上のように10種類の生ごみ素材の有機物分解率及びpHの変化を調査した結果、有機物分解率、pH変化において生ごみの種類による特徴的な変化が認められた。

それを第26表に示した。この表に示したよう

に各種生ごみを分解パターン(分解の最盛期及び最終分解率)、pH変化のパターンによって分類することができた。



第70図 生ごみ素材別分解率の推移



第71図 生ごみ素材別分解時pHの推移

第26表 分解率とpHによる生ごみ素材別性質の分類

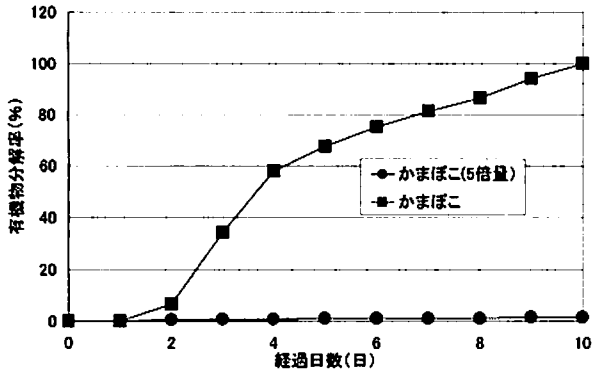
生ごみの種類	分解の最盛期	最終有機物分解率	最低pH	最低pH記録日	最高pH	最高pH記録日
スイカ	2	77%	7.1	( 1 )	9.2	( 8 )
魚(アジ)	2~3	83%	6.9	( 1 )	8.9	( 10 )
キャベツ	3	72%	6.6	( 1 )	8.4	( 6 )
かまぼこ	3~4	100%	7.0	( 1, 3 )	8.7	( 8 )
バナナ	3~4	57%	6.2	( 3 )	8.0	( 10 )
メロン	3~4	42%	6.1	( 3 )	8.3	( 8 )
茶粕	4	38%	5.7	( 3 )	7.4	( 10 )
みかん	4~5	35%	5.4	( 3 )	7.2	( 6 )
肉	5日上昇後 高めの推移	50%	7.2	( 1 )	8.0	( 10 )
米飯	5 低めで推移	28%	6.1	( 10 )	7.2	( 0 )

また、かまぼこ、キャベツ、米飯の25g(5倍量)添加区の有機物分解率及びpH変化を第72~77図に、累積二酸化炭素発生量を第78~80図に示した。有機物分解率では、5倍量区で低く推移し、その傾向はかまぼこで顕著であった。

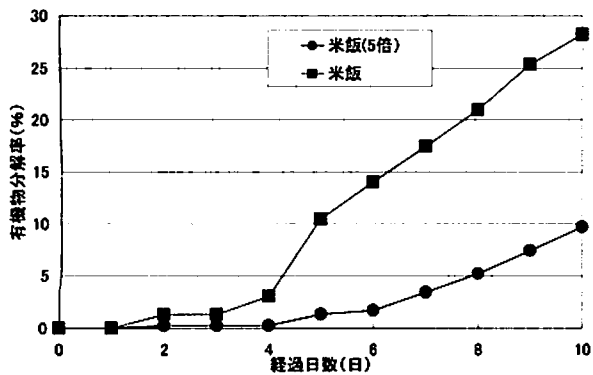
また、累積の二酸化炭素発生量も試験に供試したすべての材料で初期(5日間程度)の発生量が低い値を示した。その後、キャベツ、米飯では、10日目までの二酸化炭素の総発生量は5倍量区で多くなったが、かまぼこでは、低い値のままであった。

pHは、米飯、かまぼこで低下したのに対し、キャベツでは、4日目以降に上昇に転じた。以上のことから、生ごみ処理装置への生ごみ投入量が多くなった場合、初期にpHが低下し、有機物分解の進行が遅延する傾向が認められた。その傾向は、かまぼこや米飯類でその傾向が大きかった。

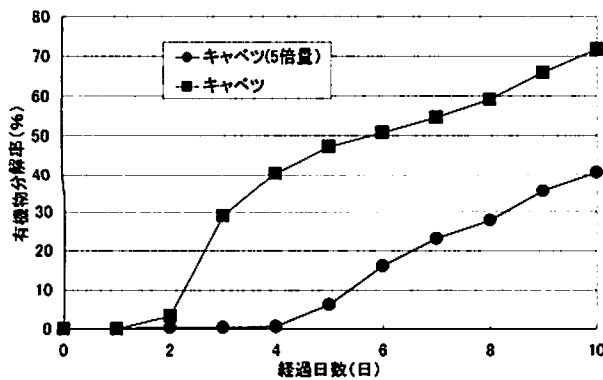
(かまぼこ)



第72図 各投入負荷割合における分解率の変化 (米飯)

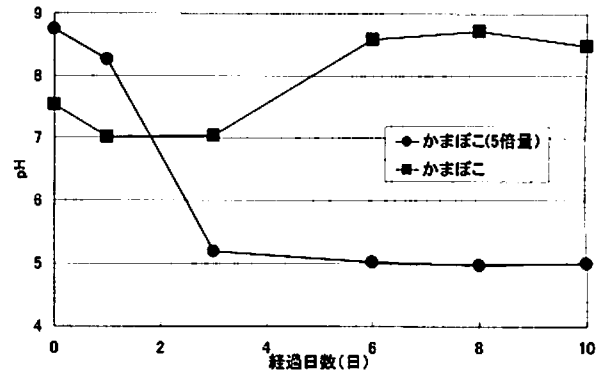


第74図 各投入負荷割合における分解率の変化 (キャベツ)

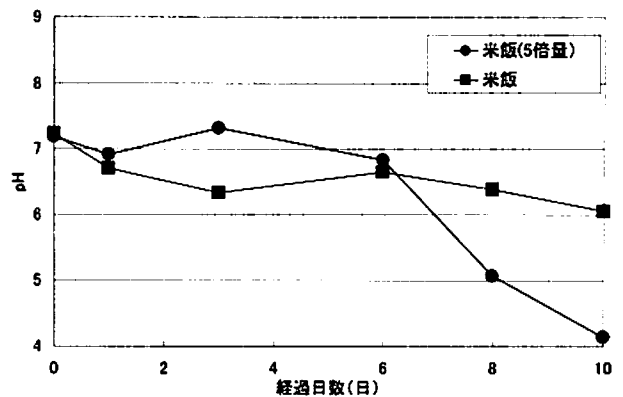


第76図 各投入負荷割合における分解率の変化

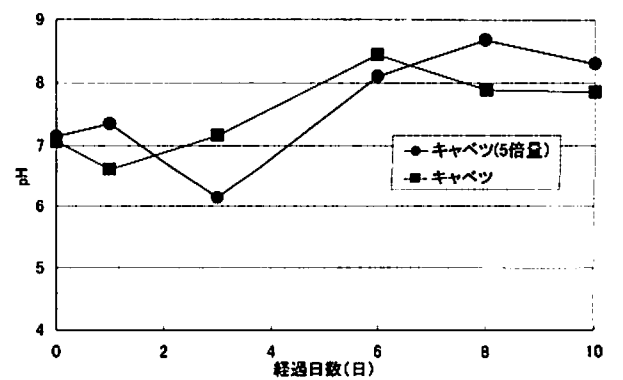
(かまぼこ)



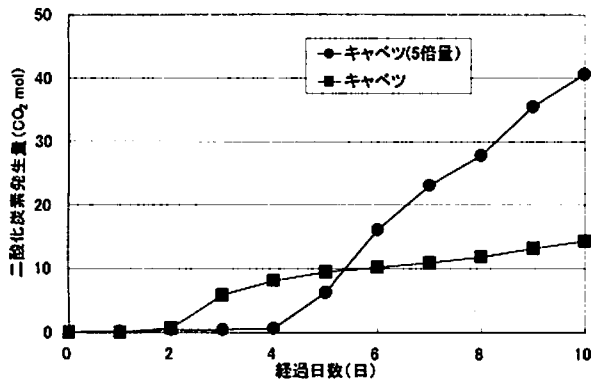
第73図 各投入負荷割合におけるpHの変化 (米飯)



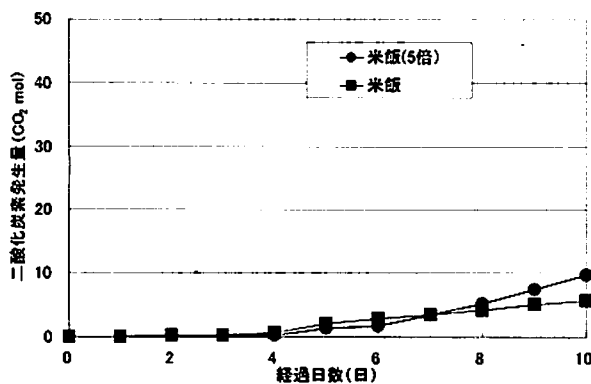
第75図 各投入負荷割合におけるpHの変化 (キャベツ)



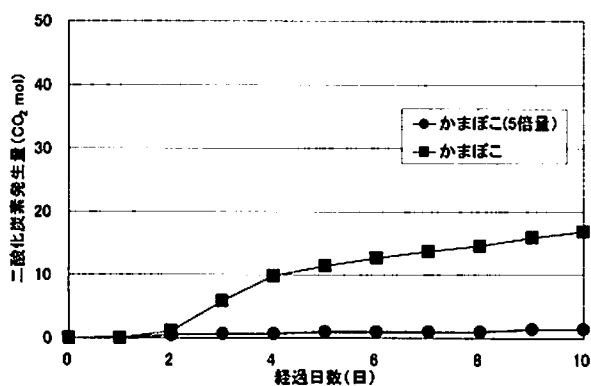
第77図 各投入負荷割合におけるpHの変化



第78図 各投入負荷割合における発生二酸化炭素量の変化(かまぼこ)



第79図 各投入負荷割合における発生二酸化炭素量の変化(米飯)



第80図 各投入負荷割合における発生二酸化炭素量の変化(キャベツ)

イ-② 塩分、油脂存在下での生ごみの分解状況の検討

イ-②a 塩分(NaCl)存在下での生ごみ分解状況

バッチ試験での塩分(NaCl)存在下での有機物分解の指標として二酸化炭素発生量を第81図に

また、試験期間中のpH変化を第82図に示した。

その結果、NaCl添加量が多いほど分解の開始が遅くなり、分解開始が、NaCl4%では2日目から、NaCl8%では3日目となった。

また、10日目(試験終了時)の二酸化炭素発生量もNaCl無添加区で0.2molであったのに対しNaCl添加区では、その濃度に比例して発生量は0.18~0.12molと減少する傾向にあった。

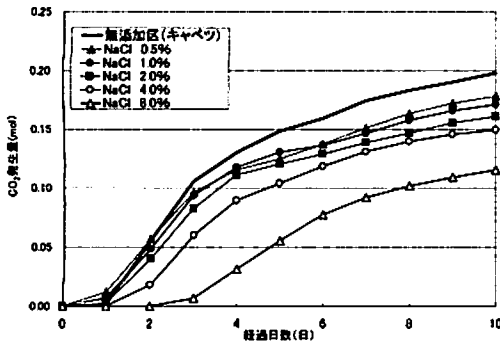
また、pH変化については、各試験区で分解初期にpHの低下が認められ、その後10日目にはpH8~9程度まで上昇した。しかし、NaCl0.5%~2%区は、初期は、無添加区と同等に推移したが、試験後半では、無添加区より低く推移した。NaCl4%区では同様に3日目には上昇しているが、その上昇の度合いは小さく、総じて、pHは低く推移した。NaCl8%区では3日目に6.5までと大きく、試験期間中、総じて、pHは低く推移した。その結果、総じて、NaCl添加によりpHは低く推移し、その程度は、NaCl添加濃度の高い区で大きい傾向にあった。

次に、塩分(NaCl)存在下での連続投入試験での二酸化炭素発生量を第83図にまた、試験期間中のpH変化を第84図に示した。

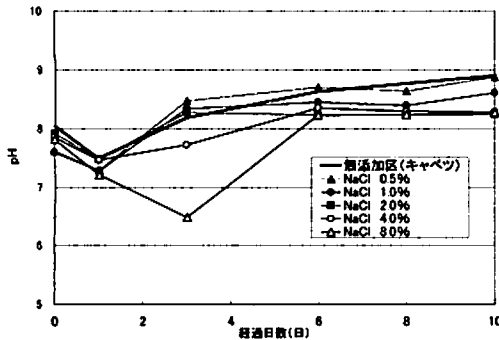
バッチ試験と同様にNaClの添加量が多くなると分解の開始が遅くなり、8%区では3日目から分解が始った。10日目(試験終了時)の二酸化炭素発生量でも対照とした無添加区で0.26molであったのに対し、2.0%区では0.18mol、8%区では0.07molと低い値となった。

pHは、無添加区(対照区)では1日目に少し上昇したがその後徐々に低下していった。NaCl2%区、8%区ではpHの上昇は見られず徐々に低下した。その結果、総じて、NaCl添加区でpHは低く推移した。

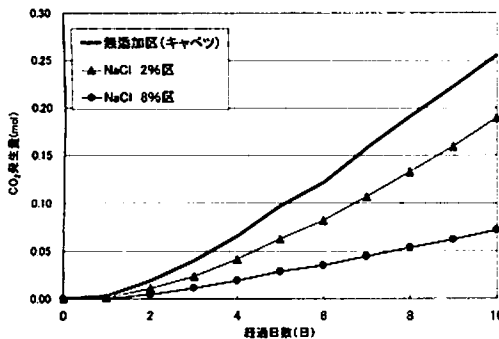
以上のように、NaCl2%区、8%区で、二酸化炭素発生量が低下する傾向にあり、pHも低く推移する傾向にあった。



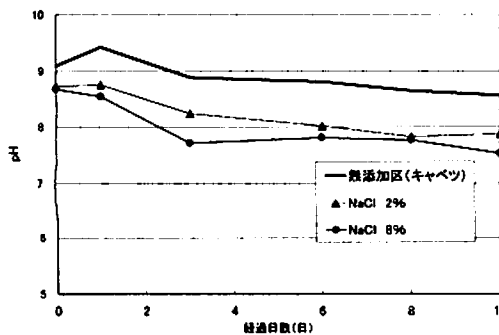
第81図 塩分(NaCl)存在下での二酸化炭素発生量の推移(バッチ試験, キャベツ乾燥物)



第82図 塩分(NaCl)存在下でのpHの推移(バッチ試験, キャベツ乾燥物)



第83図 塩分(NaCl)存在下での二酸化炭素発生量の推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)



第84図 塩分(NaCl)存在下でのpHの推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)

### イ-②b 油脂存在下での生ごみ分解状況

バッチ試験での油脂存在下での二酸化炭素発生量及びpHを第85図, 第86図にまた, 連続投入試験での二酸化炭素発生量, pH変化を第87図, 第88図に示した。

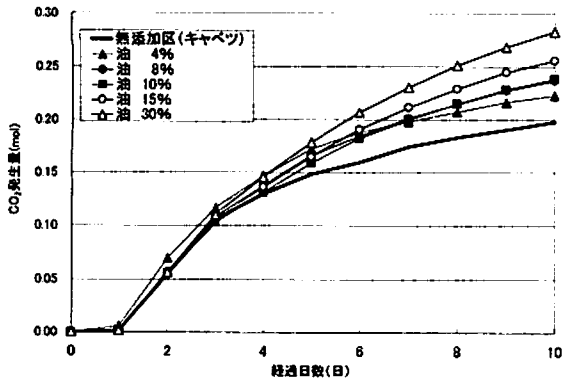
試験期間中の二酸化炭素発生量は, 油脂添加区で増加する傾向にあり, その値は油脂添加量の多い区で大きい傾向にあった。また, 10日目(試験終了時)の二酸化炭素発生量は油脂無添加区で0.2molであったのに対し, 4%区では0.22mol, 8%区では0.24mol, 10%区では0.24mol, 15%区では0.26mol, 30%区では0.28molと増加し, 無添加区の発生量を上回る傾向にあった。また, 連続投入試験でも油脂添加量の多い区ほど二酸化炭素発生量は増加する傾向にあった。以上のように, 油脂添加では, 油脂無添加区より油脂添加区のほうが二酸化炭素発生量が大きかったため, 供試材料のキャベツ乾燥物の分解と同時に油脂の分解も生じており, 油脂集積の生ごみ分解への影響は低いと考えられた。

また, pHは, バッチ試験では, 無添加区(対照区)で, 分解初期に低下後, 上昇する傾向にあった。これに対し油脂添加区では, 最も低濃度の4%添加区では, 各試験区で分解初期に低下後, 8.5以上のpHで推移し, 無添加区と類似した値で推移したのに対し, それ以上の添加区では, 分解中期で再び低下する傾向が見られた。分解中期での低下は油脂添加量が多いほど大きくなり, 油脂4%区ではほとんど低下しなかったのに対し, 30%添加区では, pH7まで低下した。

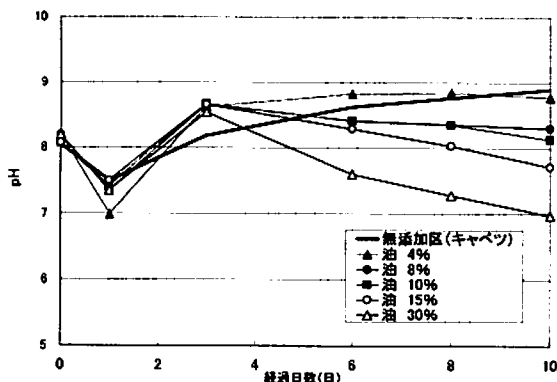
連続投入試験においては4%添加区では無添加区と同様に8~8.5の間で推移したのに対し, 10%添加区, 30%添加区ではpHが低下する傾向にあり, その傾向は, 添加量の多い30%添加区で大きく10日目にpH6.5程度まで低下した。その後, 10%添加区は, 5日目から, 30%添加区は10日目から上昇した。

このように, pHが比較的高い条件では, 油脂分による有機物の分解抑制は認められず, むしろ油脂分の分解の進行により, 二酸化炭素発生

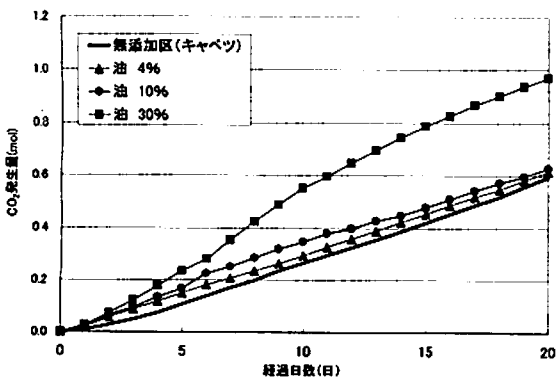
量の増加が認められた。また、分解に伴い、pHの低下が認められたが、この要因としては、油脂分解時の微生物増殖に伴う微生物菌体へのアンモニウムイオンの取り込み、有機物分解による脂肪酸等酸物質の生成が考えられた。



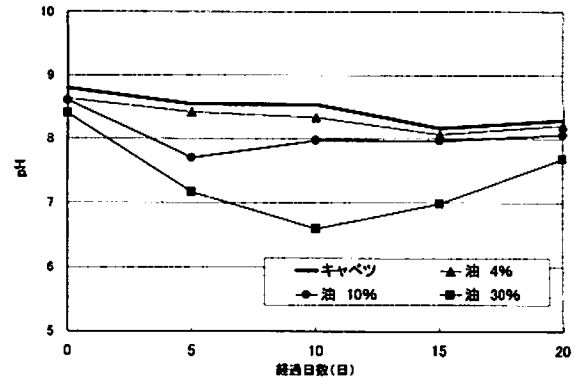
第85図 油脂存在下での二酸化炭素発生量の推移(バッチ試験, キャベツ乾燥物)



第86図 油脂存在下でのpHの推移(バッチ試験, キャベツ乾燥物)



第87図 油脂存在下での二酸化炭素発生量の推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)

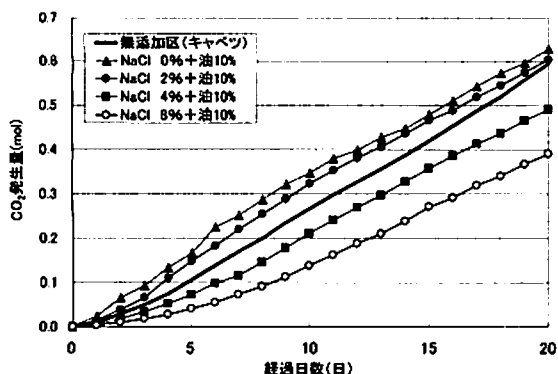


第88図 油脂存在下でのpHの推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)

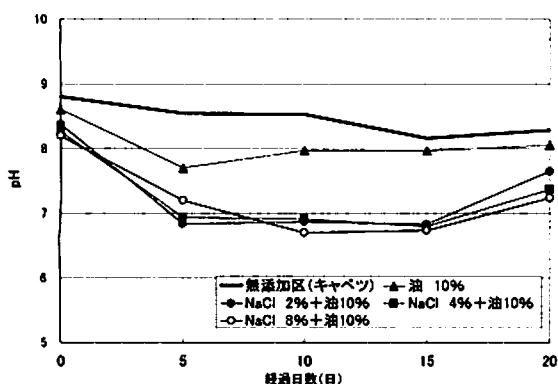
イ-②c 塩分(NaCl)油脂混合存在下での生ごみ分解状況

生ごみ処理装置内では、塩分、油脂分が混合して存在する。このため、塩分(NaCl)油脂混合存在下での連続投入試験での生ごみ分解状況を検討した。その時の二酸化炭素発生量及びpH変化を第89図、第90図に示した。

その結果、pHは、塩分油脂の単独添加試験と同様に油脂、NaClの添加により低く推移する傾向にあった。また、塩分単独添加試験の結果(第83図)と比較した場合、同じ濃度の塩分添加区よりも二酸化炭素発生量が多い傾向にあったが、塩分単独添加試験と同様に塩分(NaCl)添加量の多い区ほど二酸化炭素発生量は減少する傾向にあり、油脂のみ添加区、油脂10%NaCl2%区では、無添加区を上回ったが、4%区、8%区では、無添加区より低下する傾向にあった。以上のことから、塩分(NaCl)添加区でも油脂分解も進行するが、NaCl濃度が増加するとその影響により、有機物分解は抑制され、未分解の有機物(炭水化物、脂質等)が残存すると考えられた。



第89図 塩分油脂混合存在下での二酸化炭素発生量の推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)



第90図 塩分油脂混合存在下でのpHの推移(連続投入試験, キャベツ乾燥物)

イ-②d 塩分(NaCl)及び油脂存在下での生ごみ分解状況(供試材料: スイカ乾燥物, 茶粕乾燥物)

前試験まででキャベツ乾燥物を用いて, 生ごみ分解への塩分, 油脂分の影響を検討した。場合, 分解状況は, 生ごみの素材の種類により変化することも考えられたため, 現地試験(試験No.)で主要な素材であったスイカ皮, 茶粕を用いて同様な試験を行った。

その塩分(NaCl)及び油脂存在下でのスイカ乾燥物の連続投入試験の二酸化炭素発生量及びpH変化を第91図, 第92図に, 茶粕乾燥物の連続投入試験の二酸化炭素発生量及びpH変化を第93図, 第94図に示した。

その結果, スイカ乾燥物, 茶粕乾燥物共, 前述のキャベツ乾燥物と同様にNaCl添加量の増加とともに有機物分解率は低下し, pHは, NaClの添加により, 低く推移する傾向にあった。また,

油脂添加でも, 二酸化炭素発生量は増加し, pHは無添加区より低く推移し, キャベツ乾燥物と同様の傾向を示した。

以上のように, スイカ及び茶粕を用いて同様な試験を行った結果, キャベツ粉碎物を用いた試験と同様な傾向を示した。

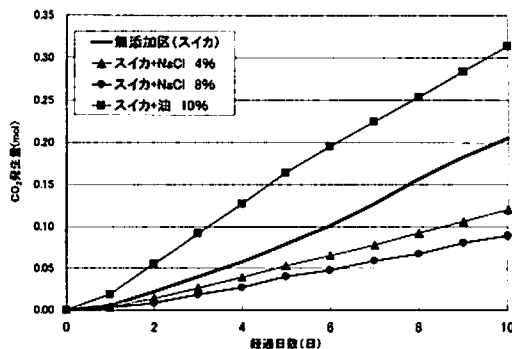
生ごみ処理装置では, 連続的に生ごみの投入, 分解をおこなうため, この過程での塩類や油脂分の集積による分解効率の低下が懸念されている。このため, 油脂, 塩類存在下での生ごみの分解状態の変化について検討した。

その結果, 塩分(NaCl)濃度の上昇に伴い有機物分解率の低下が顕著であった。また, 油脂では, 油脂無添加区より油脂添加区のほうが二酸化炭素発生量が大きかったため, 高pHで好気的な条件であれば, 油脂集積の生ごみ分解への影響は低いと考えられた。

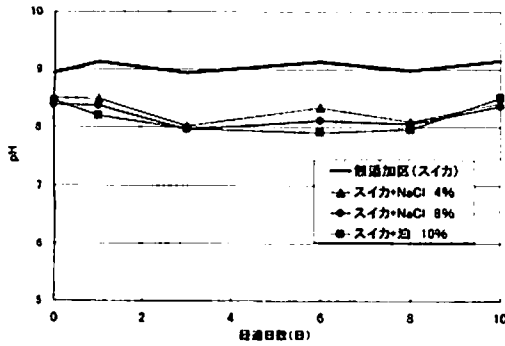
以上のことから, 塩分濃度が高い条件では, 塩分濃度が影響し, 有機物分解, pHが低下するため, pHが低く, 未分解有機物が多く残存する製品となると考えられた。

また, 漬け物類の内, サワークラフトのように乳酸発酵を行うものの塩分(NaCl)含有率は, 3%程度であり, これらと類似した状況が系内で形成されたと考えられた。

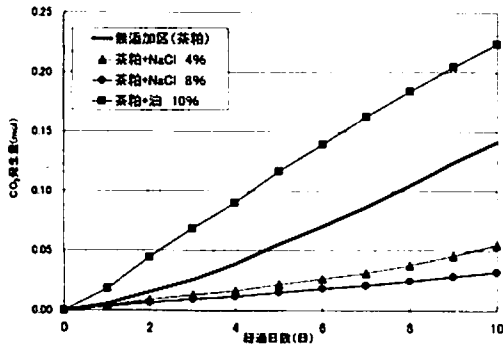
また, 本試験の油脂添加の系では, 有機物分解の阻害は認められなかったが, 油脂が高濃度に集積した場合, 菌床の吸水性の低下による粘性の増加等, 物性の悪化が懸念されるため, この点については, 注意が必要と考えられた。



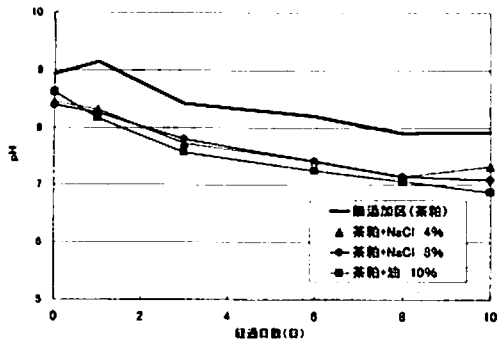
第91図 塩分, 油脂存在下での二酸化炭素発生量の推移(連続投入試験, スイカ皮乾燥物)



第92図 塩分、油脂存在下でのpHの推移(連続投入試験、スイカ皮乾燥物)



第93図 塩分、油脂存在下での二酸化炭素発生量の推移(連続投入試験、茶粕乾燥物)

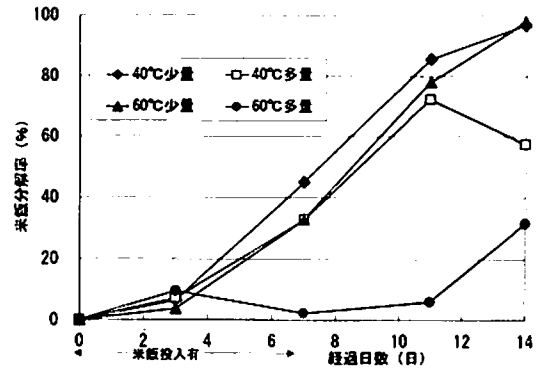


第94図 塩分、油脂存在下でのpHの推移(連続投入試験、茶粕乾燥物)

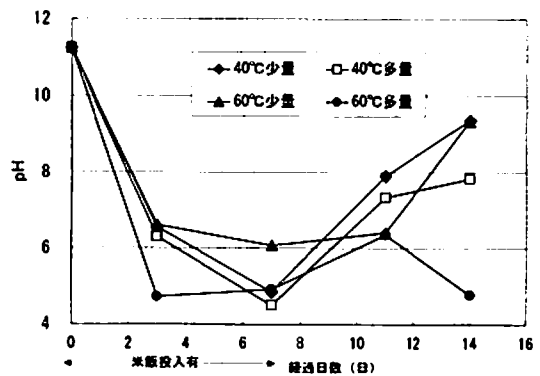
イ-③ 米飯の分解特性の検討

食堂などの事業所では米飯は残飯(食べ残し)として多量に投入される場合も想定されるため、本試験では、試験区構成の項で示したように温度及び投入量で4試験区を設定しその要因について検討した。その結果、分解率(乾物重量の変化)は、40℃少量区及び60℃少量区では、14日目までに約98%と高い値を示し、40℃多量区では60%弱であった。また、pHについては、すべての

試験区で初期pHの低下が認められた。この後、上記の3試験区では、pHが上昇したのに対し、60℃多量区では、pHが酸性域から回復せず、分解率は31%程度と低かった(第95図、第96図)。

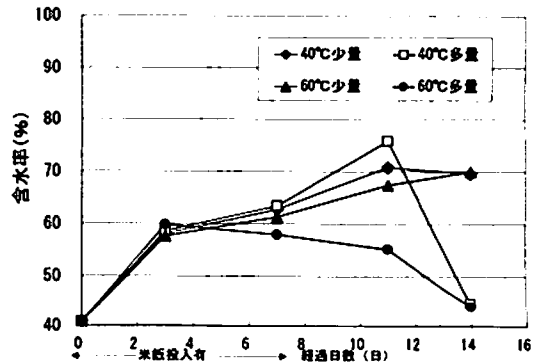


第95図 連続投入時の米飯分解率の推移



第96図 米飯連続投入時の菌床pH変化

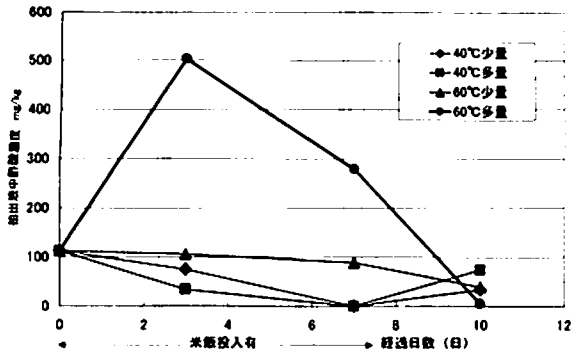
含水率は、米飯投入終了時で40%から60%に上昇した。その後、60℃多量区では、含水率が低下したのに対し、その他の区では、上昇する傾向にあった(第97図)。



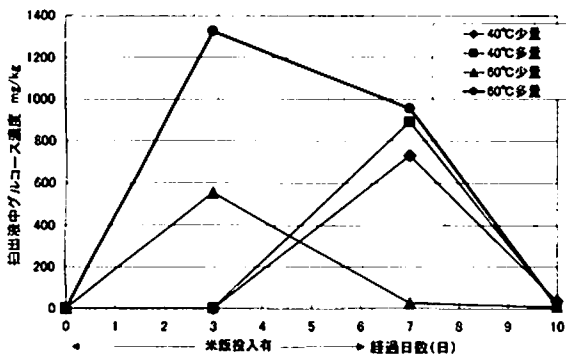
第97図 米飯連続投入時の菌床含水率変化

この時の菌床内の有機酸及び糖類の分析をおこなった結果、60℃の2試験区ではグルコースの

生成が認められ、続いて酢酸の生成が認められた。この傾向は、60℃多量区では特に顕著であった(第98図、第99図)。



第98図 米飯連続投入時の菌床酢酸含有量の変化



第99図 米飯連続投入時の菌床グルコース含有量の変化

また、20日目に北川式ガス検知管によって容器内の揮散物質の測定をおこなった結果、有機物分解率の高かった40℃少量区、40℃多量区、60℃少量区はアンモニアの発生が認められ、有機物分解率の低かった60℃多量区は、酢酸の発生が認められた(第27表)。アンモニアの発生量は分解率の高いものの方が高い傾向にあった。

このように、米飯の分解状態は、温度及び菌床資材に対する投入ごみ(米飯)量の割合(負荷量)によって変化し、処理温度が高く負荷量が多い条件では分解率が低下した。これは、本試験で分解率の高かった試験区のような条件では、

初期には分解率の低かった試験区と同様に有機酸の生成によりpHが低下するが、続いて、タンパク質の分解等が進行し、アンモニアが生成されるため、pHが上昇し、分解条件が維持されたのに対し、処理温度が高く負荷量が多い条件の場合、酢酸等の有機酸生成、集積が急激に生じ、これによって微生物活動が抑制される域までpHが急激に低下したためと考えられた。

第27表 米飯連続投入後の菌床からの揮散物質

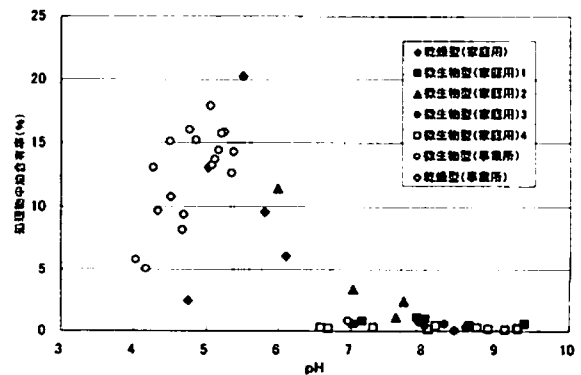
試験区	酢酸	アンモニア
40℃少量	0	100
40℃多量	0	16
60℃少量	0	210
60℃多量	40	0

\*試験開始20日目に北川式ガス検知管で測定(ppm)

ウ 生ごみ処理物の特性の検討

ウ-① 生ごみ処理物の含有油脂とpHの関係

第100図に処理物油脂含有率とpHの関係を示した。生ごみ処理物の油脂含有率は、高いもので20%程度であり、ほとんど認められないものもあった。また、処理物油脂含有率とpHの関係では、pHが酸性域の試料で油脂含有率が高い傾向にあり、pH6以上では、油脂含有率5%以下、pH8以上では、2%以下となっていた。このため、pHは、油脂含有率の指標となり、pH8以上では、油脂の蓄積は、ほとんど問題にならないと考えられた。



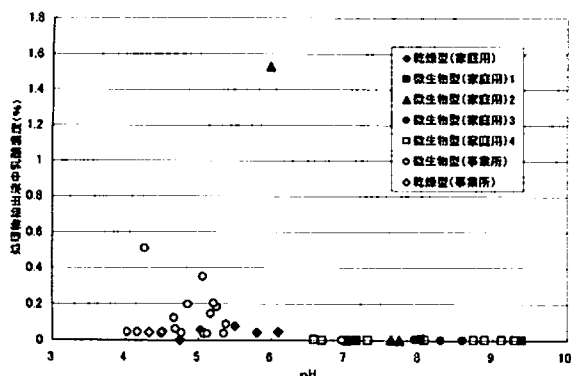
第100図 生ごみ処理物の油脂含有率とpHの関係

ウ-② 生ごみ処理物の有機酸成分とpHの関係

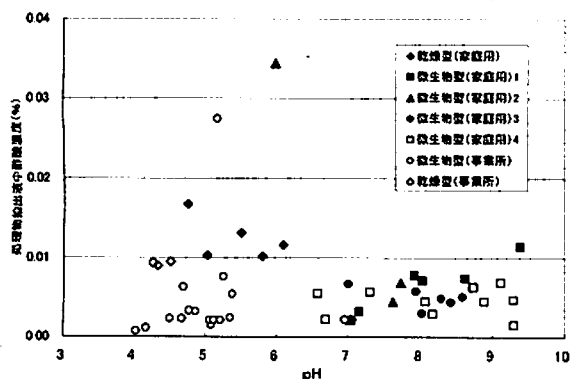
有機酸含有率(酢酸、乳酸)とpHの関係を検討



した。乳酸は、pH6以上では、ほとんど検出されず、pHが6以下の酸性域で検出される傾向にあった(第101, 102図)。酢酸は、微量であり、明確な傾向は認められなかった。また、家庭用微生物分解型装置処理物1点で乳酸含有量が比較的高い値を示したが、これは、水分過剰のため、装置内で嫌気発酵が生じたことが要因と考えられた(山里ら 1990, 谷川ら 1997)。



第101図 生ごみ処理物の乳酸含有量とpHの関係



第102図 生ごみ処理物の酢酸含有量とpHの関係

ウ-③ 生ごみ処理物の微生物特性

低pH高油脂含有生ごみ処理物2種について牛ふん堆肥及び高pH低油脂生ごみ処理物、牛ふん堆肥を対照に希釈平板法によりそれぞれの微生物特性を調査した。本試験に供試した試料の成分

特性を第28表に示したが、pHは対照とした牛ふん堆肥及び家庭用生ごみ処理装置処理物熟成品と比較し、4台と低く、粗脂肪含有率は、8%、13%と高かった。

これらの試料について微生物特性を調査したところ、糸状菌類、酵母類は、対照とした牛ふん堆肥及び家庭用生ごみ処理装置処理物熟成品でそれぞれ $1.4 \times 10^4$ cfu/g、 $1.6 \times 10^6$ cfu/gであったのに対し、生ごみ処理物B、Fはともに検出限界以下であった。また、細菌類についてNA培地でpH、塩濃度を変えて培養したところ、次の結果を得た(第29表)。

生ごみ処理物Bは、 $1.3 \times 10^3$ cfu/g～ $1.3 \times 10^6$ cfu/gで非常に低く、塩濃度2%の培地で若干少なく、塩濃度2%、pH5培地で最も少なかった。生ごみ処理物Fは、菌数は、 $2.0 \times 10^3$ cfu/g～ $6.0 \times 10^6$ cfu/gで非常に低く、塩濃度に反比例して低下し、塩濃度2%の培地で最も少なくなった。高pH低油脂含有生ごみ処理物(対照)は、菌数では、pH=5、塩濃度2%の培地で $1 \times 10^6$ cfu/gと若干少ないが、その他の培地では $1 \times 10^6$ cfu/g以上と高い菌数を示した。牛ふん堆肥(対照)は、pH7, 9、塩濃度0%～1.0%の組み合わせの培地で $1 \times 10^6$ cfu/g以上と高い菌数を示した。その他の培地は、塩濃度の増加、pHの低下に伴い、菌数は低下する傾向にあった。

以上のように、生ごみ処理装置処理物(堆肥化型)の好気性微生物数は糸状菌、細菌類とも、極めて少なかった。また、生ごみ処理物の条件に類似した条件(低pH、高塩濃度状態)の培地においても菌数は極めて少なかった。このため、堆肥化型装置中での微生物による分解活性は極めて低いと考えられた。

第28表 供試試料の内容成分値

資材名	pH	(乾物当たり)														
		EC (dS/m)	粗灰分 (%)	T-C	T-N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO	MgO	Na	Fe	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	粗脂肪 (%)
処理物B	4.1	3.6	3.3	46.8	2.7	17.1	0.5	0.5	0.2	0.1	0.8	0.039	18	14	4	8.0
処理物F	4.8	4.4	4.8	48.4	3.3	14.9	0.6	0.6	0.8	0.1	0.8	0.004	21	21	3	13.0
牛ふん堆肥	9.6	7.0	39.8	31.1	2.7	11.6	3.8	5.6	5.5	2.1	1.2	0.945	202	312	50	0.3
家庭用熟成品	6.0	5.4	28.7	36.7	2.1	17.5	1.0	2.1	4.0	0.3	0.7	0.113	38	183	11	0.2

第29表 希釈平板法による生ごみ処理物中の微生物数

生ごみ処理物B		培地pH			牛ふん堆肥		培地pH		
		5	7	9			5	7	9
細菌	培地塩濃度 0.0%	3.8E+05	7.5E+05	5.8E+05	細菌	培地塩濃度 0.0%	2.1E+07	4.3E+08	6.8E+08
	培地塩濃度 0.5%	3.0E+05	9.6E+05	1.0E+06		培地塩濃度 0.5%	1.3E+06	4.7E+08	5.6E+08
	培地塩濃度 1.0%	1.1E+05	1.2E+06	1.3E+06		培地塩濃度 1.0%	8.5E+04	1.9E+08	1.2E+08
	培地塩濃度 2.0%	1.3E+04	6.5E+05	3.9E+05		培地塩濃度 2.0%	<4.2E+04	5.9E+06	2.0E+07
	酵母類	< 8.4E+01				酵母類	< 4.2E+04		
糸状菌	< 8.4E+01			糸状菌	1.4E+04				
(CFU/g)					(CFU/g)				
生ごみ処理物F		培地pH			家庭用装置処理物熟成		培地pH		
		5	7	9			5	7	9
細菌	培地塩濃度 0.0%	1.4E+04	2.0E+04	1.2E+04	細菌	培地塩濃度 0.0%	3.2E+08	6.3E+08	7.4E+08
	培地塩濃度 0.5%	9.0E+03	1.4E+04	7.2E+03		培地塩濃度 0.5%	2.7E+08	6.0E+08	7.6E+08
	培地塩濃度 1.0%	1.0E+04	1.3E+04	5.4E+03		培地塩濃度 1.0%	1.5E+08	6.0E+08	5.4E+08
	培地塩濃度 2.0%	6.0E+02	3.3E+03	3.0E+02		培地塩濃度 2.0%	1.0E+06	3.1E+08	3.0E+08
	酵母類	< 8.4E+01				酵母類	< 5.1E+03		
糸状菌	< 8.4E+01			糸状菌	1.6E+06				
(CFU/g)					(CFU/g)				

(表中のEは10の累乗を示す)

## (4) まとめ

生ごみ分解に対する要因は木村(2000)により含水率、pHなどの影響の重要性は示されているが、本試験から、EC(電気伝導度)も生ごみの分解には関係が深いことが示され、これらの制御が装置内での生ごみ分解状態の維持に重要であると考えられた。

家庭用装置では、投入材料の面からは、各家庭での生ごみの投入状況にみられるように、通常の場合、家庭において発生する生ごみは調理時の野菜屑が主であった。各生ごみ素材の分解特性の検討では、野菜屑は、比較的速やかに分解し、菌床pH低下への影響も小さかった。また、負荷量の面からみた場合、家庭用装置は、約20~70L容量の比較的多い菌床資材へ1~1.5kg程度の生ごみを投入する低負荷型の装置が主であった。生ごみ素材のモデル分解試験の結果より、負荷量が少ない方がpH低下、分解率低下が起こりにくかった。このため、家庭用装置では、pHは比較的高位(8~9)で安定すると考えられ、このような装置での分解制御の重要因子は含水率であると考えられ、含水率が適正に維持されている装置では、好気分解は、比較的容易に進行していると考えられた。

これに対し、事業所用の装置では、比較的高温で菌床をあまり使用せず、前日までの生ごみ

乾燥物を水分調整材とする菌床量に対する投入生ごみ量が多い高負荷型の装置が多く認められた。生ごみ素材のモデル分解試験では、材料の投入量が増加した場合、pHの低下に伴い、分解が遅延、抑制される傾向が認められた。また、このような装置の処理物では、処理物の有機酸測定の結果、乳酸の含有が認められ、処理装置内では、部分的に嫌気発酵が生じていると考えられた。更に、各装置処理物の微生物数を調査したところ、堆肥化型装置では好気性微生物数が少なかったため、高塩状態で乳酸発酵が生じており、好気分解の進行程度は不十分なものが多いと考えられた。

以上のようなことから、生ごみ処理物はその処理条件による特性の違いにより、以下のように分類されると考えられた。

(1) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が低いもの；pHが高くなり、好気分解が進みやすい。家庭用装置に多い。

(2) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が高いもの；嫌気発酵が起こりやすく、pHが低下しやすく状態であり、好気性微生物数も少なく、好気分解も進みにくくなると考えられる。事業所用装置に多い。

第65図に示されたように季節によっては米飯類の投入頻度と投入量の増加の関係が高い場合

が認められ、投入量が増える場合、米飯類の投入の増加が懸念される。また、事業所用装置では、廃棄弁当などの投入が行われた場合、米飯類の投入割合が高くなる場合がある。また、米飯については、投入量が増加した場合、処理状況が不良となるような事例が多く認められている。そこで、米飯の投入量、温度条件の分解状況に与える影響について検討を行ったところ、高温、高負荷条件では、pH低下、酢酸生成集積に伴い、有機物分解率が低下する傾向が認められた。

これらのことから、米飯の投入量が多い場合で高温条件で運転が行われた場合、pH低下、有機物分解率の低下が生じる可能性が多く、その要因としては、嫌気発酵部分の増加に伴う、酢酸生成集積とそれに伴うpH低下が要因と考えられた。

事業所用の装置では、前述のように、高温で負荷の大きい装置が多く認められるため、このようなタイプの装置では、米飯の投入量増加により、pHが低下し、生ごみ処理状況が不良となる可能性が高いと考えられた。

pH低下抑制の速効的な方法としては、石灰などのアルカリ資材の投入によるpH矯正があるが、装置では生ごみの投入分解が連続的に行われているため、その効果は長期間持続しない。また、石灰資材を大量に継続的に投入した場合、処理生成物は石灰含量が高くなり、堆肥素材としての利用を考えた場合、農業利用しにくい資材となる。このため、pHが低下する場合、併せて窒素含量の多い材料を投入することによってアンモニアの発生を促進することや米飯の分解特性の検討結果にみられるように、負荷量を少なくすることによって有機酸等によるpHの低下を抑制することが好ましいと考えられた。

また、生ごみ処理装置を連続運転した場合、生ごみの投入によって菌床のECが上昇する傾向にあるため、菌床資材の更新によって菌床ECを低く維持することが、分解効率の維持のために必要と考えられ、ECは、菌床更新時期の目安と

なる可能性が示唆された。

更に、生ごみの投入量は、同一家庭内でも日間差が大きいことが認められているため、生ごみ処理装置の能力については、平均投入量でなく、最大投入量及び日あたりの処理量の変動を勘案した能力を生ごみ処理装置に付加し、装置の能力を状況により変更可能にすることが必要と考えられた。

好気分解の不十分な処理物の利用法としては、再発酵させ、安定化させた後、利用することが考えられる。堆肥化処理の際の種菌接種が堆肥化促進に有効か否かは、過去に多くの研究(K. Nakasaki etc. 1985, 中崎・大滝 1997a, D. Faure, A. M. Deschamps 1991, K. S. Yadav, etc. 1982, 川崎ら 1990, K. Nakasaki・T. Akiyama 1988, 中崎ら 1993, 中崎ら 1994)が行われているが、藤原・竹本(1996)は、おからのように熱水抽出残さでは、添加する種堆肥の種類により初期の有機物分解速度が異なることを報告している。このため、今回の試料のような微生物数の少ない生ごみ処理物の再堆肥化に際してはスターターとして種堆肥を混合することは再発酵処理を行う際の初期分解の効率化に効果が期待できると考えられた。

更に、生ごみ処理装置としては、生ごみの分解効率を考慮した場合、生ごみに対する分解基材(以後菌床と記載)の量が多いほうが、効率的に生ごみの分解処理を行うことができたため、効率的な分解のためには、より菌床容量の大きい装置で処理することが必要と考えられた。しかし、この場合、装置が大きくなり、装置の設置場所の面で問題があるため、両者の調整検討が必要と考えられる。

また、連続的に生ごみの投入を行った場合には、ECが上昇し、分解効率の低下が懸念される。このため、定期的に菌床資材を更新することが必要と考えられた。この場合、水分調整材、通気性改善などの機能を付加するための菌床としては、木質チップ材が主に用いられているが、これらの材料は、分解が遅いため、堆肥として

利用するには、長期の追熟期間を要する(中央畜産会編 2000)。このため、菌床としては、より効率的に処理が可能で、処理後、堆肥としての利用に適する資材を選択することが必要である。

更に、生ごみが多量投入された場合、pH低下が起こりやすいため、菌床としては、pH緩衝能の高い資材の利用が適すると考えられた。

#### 4. 微生物分解型生ごみ処理装置菌床の改良技術の検討

##### (1) はじめに

2001年6月に、新たに食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)(高梨 2000)(末松 2001)が制定され、事業所等が排出する生ごみの肥料化等による利用が義務付けられ、2006年に完全実施となっている。このため、今後、生ごみが堆肥や肥料の原料として利用を素材とした肥料や堆肥の製造や農地で利用される場合が増加すると考えられる。

生ごみの減量化処理、有効利用の手法として、電動の生ごみ処理装置が普及してきており、多数のメーカーから生ごみ処理装置が市販されている(36)。生ごみ処理装置には、温風で生ごみを乾燥させる乾燥型と微生物により、分解処理を行う微生物分解型があるが、このうちの微生物分解型生ごみ処理装置は、主に水分調整、物理性改善、臭気抑制等の目的で木質チップ(おが屑)などの分解基材(以後菌床と記載)を充てんし、これに生ごみを投入し、加温、攪拌混合することによって微生物により分解減量処理をおこなうものである。本項では、分解効率とともに農業利用に適した製品を得るために、微生物分解型生ごみ処理装置に用いる分解基材(以後菌床)としての各種資材の適性について園芸資材を中心に検討した。

##### (2) 材料および方法

ア. 各種資材の菌床としての適性の検討

(ア) 供試資材：供試資材は、第30表に示したように植物質系、鉱物質系、堆肥、廃棄物、炭等

合計23種類の資材を供試した。

第30表 供試資材一覧

分類	資材名
植物系資材	針葉樹おが屑、広葉樹おが屑、腐葉土、ピートモス(pH調整済) ピートモス(pH未調整)、ミスゴケ、モミガラ、イナワラ ヤシ殻繊維粉砕物*1
堆肥	牛ふん堆肥、パーク堆肥*2
炭関係資材	木炭、活性炭、セラミック炭、モミガラくん炭
土壌	鹿沼土
鉱物系資材	バーライト、パーミキュライト、シリカ粉*3 サンゴ粉末*4、セラミック粉末*5
廃棄物関連資材	コーヒー粉、バルブ粉

\*1 商品名:ベラボン、\*2 商品名:ゴールデンパーク、樹皮と糞(100:1)を混合堆肥発酵したもの  
\*3 商品名:サンオリエントシリカ、\*4 商品名:オパールサンド、\*5 商品名:ダルマセラミック

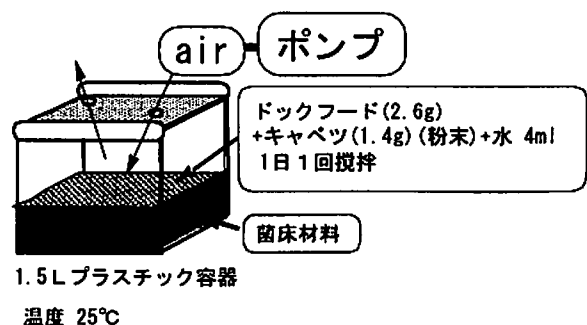
(イ) 試験装置：1.5L 容プラスチック容器

(ウ) 試験方法：

中崎・大滝(1997b)は、有機物の分解を二酸化炭素の発生で臭気物質であるアンモニアについては硫酸溶液で捕集することによって定量的に測定をおこなっている。本試験では、より多くの試料について調査を行うため、中崎の方法を簡素化し、調査をおこなった。その概要を第103図に示した。

各容器に含水率を50%に調整(鉱物系資材は風乾状態)した資材、各600mlを充填した。これに一日一回生ごみのモデル物質(ドッグフード(ピタワン(日本ペットフード(株))：キャベツ葉乾燥粉砕物(2:1(w/w)混合物)2gに水を含水率75%となるように添加したものを投入し、葉さじで資材と攪拌混合をおこなった。

試験期間は、1ヶ月間とし、投入終了後1週間静置した。また、試験期間中、室温は、25℃に維持し、上部通気口からポンプを用いて一定量の空気循環をおこなった。



第103図 菌床検討試験装置図

(エ)調査項目：

ア)二酸化炭素，アンモニア揮散量：

生ごみのモデル物質の投入し，混合攪拌を行った後，試験容器の通気を停止し，通気口をふさぎ，容器を密閉した．30分後，容器内の資材上部空間に滞留した空気中の二酸化炭素及びアンモニア濃度を北川式ガス検知管で測定した．

イ)資材pH変化：

容器内より採取した資材1gにイオン交換水10mlを混合し，30分後，電極法により測定した．

ウ)資材含水率変化：105℃加熱乾燥法

イ．複数資材の混合による高機能性菌床の作成の検討

(ア)試験材料：

前試験の材料よりパーク堆肥，ヤシ殻破砕物，パーミキュライトを，これに水分吸収剤(吸水力の大きいゲル化剤(昭和電工株式会社 NA-010))を加えた特性の異なる4資材を供試した．

(イ)試験区：上記4種類の特性の異なる資材を用い，L-16直交表(磯部 1972)に基づいて，第31表に示した合計16種類の試験区を設定した．

第31表 試験区構成(試験イ)

試験区 No.	ヤシ殻破砕物 <sup>1)</sup>	パーク堆肥	パーミキュライト	水分吸収剤	おが屑
1	200 <sup>2)</sup>	200	200	3g	
2	200	200	200		
3	200	200		3g	200
4	200	200			200
5	200		200	3g	200
6	200		200		200
7	200			3g	400
8	200				400
9		200	200	3g	200
10		200	200		200
11		200		3g	400
12		200			400
13			200	3g	400
14			200		400
15				3g	600
16					600

1) ヤシ殻破砕物 商品名 ベラボン

2) 数値は容量比を示す

(ウ)試験装置：1.5L容プラスチック容器(第103図)．4.(2)ア(イ)に同じ．

(エ)試験方法：前試験と同様に第103図に示し

たような試験装置を作成し，試験を行った．

各資材を混合し，含水率50%に調整後，600mlずつ充填した．これに1日1回生ごみのモデル物質(ドッグフード：キャベツ葉乾燥粉碎物(2:1(w/w)混合物)2g(後半3週間は4g))に水を含水率75%になるように添加したものを投入し，薬さじで資材と攪拌混合をおこなった．投入期間は，6週間とし，投入終了後1週間静置した．また，試験期間中，室温は，25℃に維持し，上部通気口からポンプを用いて一定量の空気循環をおこなった．

(オ)調査項目：

ア)二酸化炭素，アンモニア揮散量：第4章(2)ア(エ)ア)に同じ．

イ)資材pH変化：4.(2)ア(エ)イ)に同じ．

ウ)資材含水率変化：105℃加熱乾燥法

エ)資材の攪拌混合の難易度評価：

生ごみ処理装置では，投入された生ごみと菌床を攪拌混合し，加温することによって微生物による分解を行っている．このため，混合操作が容易な状態に資材の物性を維持することが重要である．その評価は，以下の手法でおこなった．

各日の生ごみモデル物質投入時に本所の職員5名でランダムに交代し，薬さじでの資材との混合攪拌操作を行い，その難易度を，0(容易)～3(難)の4段階の評点方式で判定評価した．

ウ．菌床資材の混合割合の検討

(ア)試験材料：ヤシ殻破砕物，パーク堆肥(各材料は第30表参照)

(イ)試験区：パーク堆肥，ヤシ殻破砕物を混合し，(第31表)に示した合計13種類の試験区を設定した．

(ウ)試験装置：1.5L容プラスチック容器

(エ)試験方法：4.(2)-(エ)に同じ

(オ)調査項目 4.(2)-(オ)に同じ

本試験では，45日間の生ごみサンプルの投入量は，159.6g(乾物重)/試験区であった．

第32表 試験区構成(試験ウ)

試験区 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
バーク堆肥	1	3/4	3/4	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4	1/4			1/3
ヤシ殻破砕物*			1/4	1/2	1/4		3/4	1/2	1/4		1		1/3
おが屑			1/4		1/4	1/2		1/4	1/2	3/4		1	1/3

\* ヤシ殻破砕物 (商品名:ペラボン)

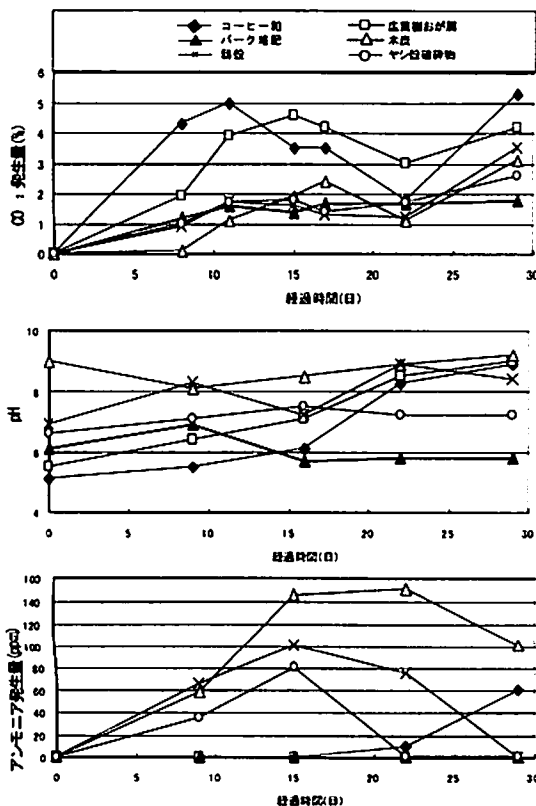
(3) 結果および考察

ア. 各種資材の菌床としての適性の検討

堆肥化過程で発生する臭気成分は、アンモニア、硫化水素、アミン類、アルコール類等がある(道宗 2000)(大迫・光田 1993a)(中川ら 2001)が、有機物分解過程では、過剰となった窒素成分はアンモニアガスとなって放出される(中崎 1996)。

このため、本項では、有機物分解の指標として二酸化炭素と堆肥化時の臭気物質の一つとして揮散アンモニア濃度について調査をおこなった。

第104図に本試験で供試したうちの主な資材の二酸化炭素の発生、アンモニアの揮散、pHの変化を示した。本試験では、全試験区で二酸化炭素の発生が認められ、添加した有機物の分解が進んでいると考えられた。



第104図 各菌床資材におけるCO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、pHの経時的変化

また、pH変化、アンモニア揮散量を基に全資材のグループ化を試みた結果、以下のような数種類のグループに分類された(第32表)。

第32表 各菌床材料の特性分類

pH	NH <sub>3</sub> 発生	資材名
↗	Low ↗	広葉樹おが屑 シリカ粒
Low ↗	Low ↗	バーク堆肥
↘	↘	ピートモス(pH調整済) 牛ふん堆肥 ピートモス(pH調整済) 腐葉土 針葉樹おが屑
↗	↗	堆沼土 コーヒー粕 パーミキュライト バルブ粕
Low ↗	↘	ヤシ殻破砕物
↗	High ↗	イナヅラ
High ↘	High ↗	木炭 活性炭 セラミック炭
↗	High ↗	水ごけ パーライト サンゴ粉末
↗	High ↘	籾殻 籾殻くん炭 セラミック粉末

- 1) pHは上昇するがアンモニアの揮散は認められないもの：おが屑(広葉樹)等
- 2) pHは上昇せずアンモニアの揮散もないもの：バーク堆肥
- 3) pHは上昇せず、分解初期にアンモニア揮散が認められるが、後期に低下するもの：ヤシ殻破砕物(ヤシ殻繊維粉砕物)、ピートモス、牛ふん堆肥等
- 4) pHは上昇しアンモニアの揮散も多いもの：モミガラ、モミガラくん炭、パーライト等
- 5) 初期からpHが高く、アンモニア揮散の大きいもの：木炭等
- 6) 初期はpHが上昇せずアンモニアの揮散もないが後期にpHの上昇、アンモニアが揮散するもの：パーミキュライト、コーヒー粕等

今回供試した各資材については、既往の報告として、木村・清水(1981)のモミガラくん炭と家畜ふんを混合した堆肥化試験にみられるような家畜ふん等の堆肥化時の物性改善、臭気抑制のための副資材としての利用の報告(木村・清水 1981, 黒島ら 1978, 柴田ら 1986, 柴田ら 1985, 柘植ら 1977a, 柘植ら 1977b, 藤原ら 1996a), また、平井・久保田(1983)のピートモスによる脱臭試験にみられるような脱臭材としての利用

の報告(久保田・中崎 1993, 吉田ら 1984, 鈴木 1993, 早川 1995, 福森 1997, 古山 1995, 臭気対策研究協会 1994, 本多ら 1993)がある。このうち、久保田ら(1993)や吉田ら(1984)は堆肥による脱臭効果を、鈴木(1993)や早川(1995)は腐植物質による脱臭効果を報告している。

本試験においては、バーク堆肥でpHの上昇抑制やアンモニア揮散抑制効果が高かった。これは、上記の報告等からも堆肥中の腐植物質の効果によるものと考えられた。

同様に土壌を用いた脱臭法も用いられておりその効果が報告されている(福森 1997)(古山 1995)。本試験では、生ごみ処理装置で用いるため、比較的軽量の土壌として鹿沼土を供試したが、バーク堆肥やおが屑と比較してアンモニア揮散抑制効果が認められた期間は、短かった。これは、土壌内の腐植物質の多少に起因すると考えられた。

一方、コーヒー粕(藤原ら 1996a)やピートモス(臭気対策研究協会 1994)についても、その臭気物質の吸着効果が報告されているが、生ごみ処理装置のような条件での長期試験では、アンモニア揮散抑制効果が認められた期間は、バーク堆肥等と比べ短かった。この要因としては、両資材のアンモニア吸着能力がバーク堆肥に比べ小さかったこと、特にコーヒー粕については、資材自体の分解が他資材と比較し大きいため(竹本・藤原 1996)、資材の重量減少も、関与していると考えられた。また、ピートモス等では、後期にアンモニア揮散量が減少したが、これには、生ごみ投入時のpH低下(竹本ら 2002)や資材中での硝酸化成作用の関与が示唆された。

以上のことから、処理時のアンモニア揮散抑制の面からみた場合、揮散抑制の期間が長かったおが屑(広葉樹)、バーク堆肥等が菌床資材としての適性が高いと考えられた。

イ. 複数資材の混合による高機能性菌床の作成の検討

続いて、このうち4種類の特性の異なる資材を

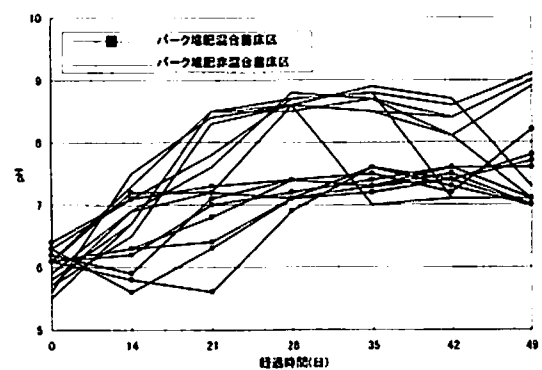
用い、L-16直交表(磯部 1972)に基づいて、資材を組み合わせる混合した試験区を設定し、生ごみ処理に適した菌床の作成を試みた。

第105図に各試験区のpHの変化を示した。バーク堆肥が混合されることによってpHの上昇が非常に抑制された。

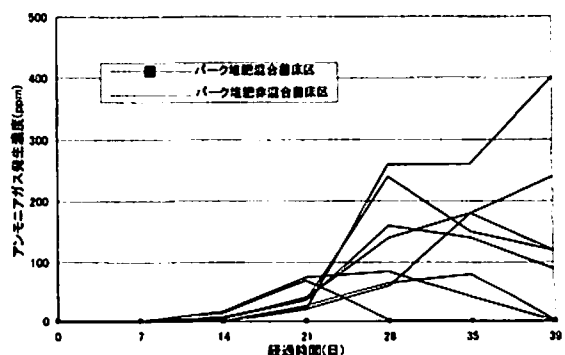
また、第106図に各試験区のアンモニア揮散量の変化を示したが、同様に、バーク堆肥がはいることによってアンモニアの揮散も抑制される傾向にあった。

また、資材の攪拌の難易度については、ヤシ殻繊維の破砕物であるヤシ殻破砕物の混合の有無で試験区を分類し、各グループ内での各区測定値の平均値で第107図に図示した。

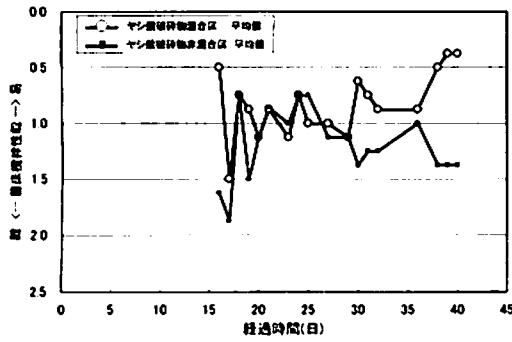
その結果、資材の攪拌の難易度は、ヤシ殻破砕物を混合することによって良くなる傾向にあった。



第105図 バーク堆肥の有無による菌床pH変化の違い



第106図 バーク堆肥の有無による菌床からのアンモニア揮散温度変化の違い



第107図 ヤシ殻破砕物の有無による菌床攪拌性能変化の違

第32表には、各項目での要因解析の結果を示した。解析結果は、試験期間の前期(約15日目)、中期(約30日目)、後期(約45日目)のデータを抽出し示した。

その結果、全期を通して、バーク堆肥はアンモニア揮散抑制への寄与、ヤシ殻破砕物は資材の混合攪拌性能の向上への寄与が高いことが示された。これに対し、パーミキュライトは、資材の混合攪拌性能の低下、アンモニア揮散の上昇が生じる傾向にあった。水分吸収剤については、中期に良い傾向がみられたが、その効果は、短期間で消失する傾向にあった。

以上の結果からバーク堆肥とヤシ殻破砕物を主体とした混合によって生ごみ処理に適した菌床の作成が可能と考えられた。

第32表 L<sub>16</sub>直交表による要因分析結果

要因	経過時間(日)	F <sub>0</sub> 値			
		ヤシ殻破砕物	バーク堆肥	パーミキュライト	水分吸収剤
攪拌性能	16日	2.0	6.6	4.0	0.7
	32日	49.0 *	9.0 *	(25.0) *	49.0 *
	40日	60.0 *	26.7 *	(1.7)	1.7
アンモニア揮散 <small>濃度上昇・マイナス因子</small>	14日	(11.3)	57.3 *	(36.1) *	0.0
	28日	7.7	26.4 *	0.4	3.7
	39日	16.3 *	28.8 *	9.2	2.9
pH <small>数値減少 =マイナス因子</small>	14日	3.9	41.2 *	10.3	(0.5)
	28日	0.5	777.9 *	2.9	4.8
	42日	7.6	37.3 *	12.1	0.4

\* 有意差有(危険率 1%) ( )は、T-2X(1)値の符号がマイナスを示す。

ウ. 菌床資材の混合割合の検討

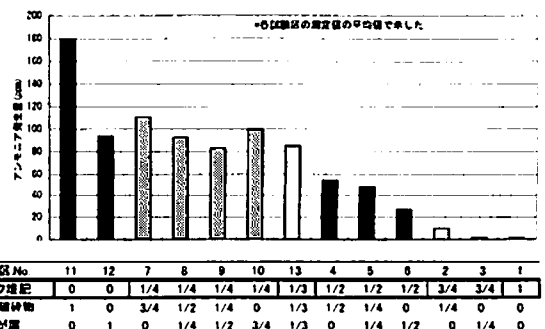
前試験でバーク堆肥とヤシ殻破砕物を主体とした混合によって生ごみ処理に適した菌床の作成が可能と考えられた。このため、本試験では、この2資材の最適な混合割合について検討をおこなった。

二酸化炭素の発生は、3、4日目より始まり、以後ほとんどの測定で2%以上の値を示した。また、含水率は、試験期間内で50%から70%まで上昇した。アンモニア揮散量と資材攪拌の難易度については、試験期間中の各区測定値の平均値で第108図及び第109図に図示した。

アンモニア揮散量については、前試験と同様にバーク堆肥の混合によって抑制される傾向にあり、混合率1/4で、アンモニアの揮散がおが屑と同等程度あり、混合率1/2以上で効果が高かった(第108図)。pH上昇抑制効果については混合率1/2以上でおが屑と同等程度であり、混合率3/4区で効果が高かった(第109図)。

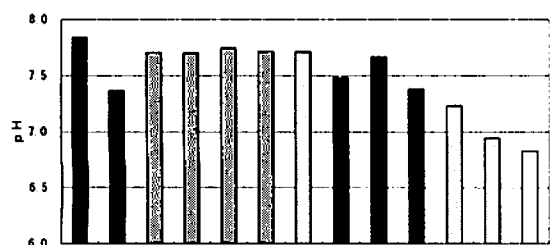
また、資材の攪拌の難易度については、ヤシ殻破砕物の混合率1/4以上で資材の混合攪拌性能の向上が認められた(第110図)。

このため、菌床としては、アンモニア揮散抑制の面からバーク堆肥1/4以上、攪拌性能の面からヤシ殻破砕物1/4以上の混合により、生ごみ処理に適した菌床の作成が可能と考えられた。



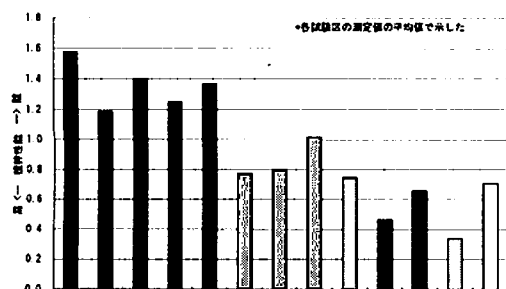
第108図 各種資材混合菌床におけるアンモニア揮散の違い





試験区No.	11	12	7	8	9	10	13	4	5	6	2	3	1
パーク堆肥	0	0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1
ヤシ殻破砕物	1	0	3/4	1/2	1/4	0	1/3	1/2	1/4	0	1/4	0	0
おが屑	0	1	0	1/4	1/2	3/4	1/3	0	1/4	1/2	0	1/4	0

第109図 各種資材混合菌床における菌床pHの違い



試験区 No.	12	10	6	3	1	9	5	2	13	6	4	7	11
パーク堆肥	0	1/4	1/2	3/4	1	1/4	1/2	3/4	1/2	1/4	1/2	1/4	0
ヤシ殻破砕物	0	0	0	0	0	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	3/4	1
おが屑	1	3/4	1/2	1/4	0	1/2	1/4	0	1/3	1/4	0	0	0

第110図 各種資材混合菌床における攪拌性の違い

(4) まとめ

現在、市販されている生ごみ処理装置では、多くの場合、菌床としておが屑などの木質チップが利用されている。おが屑は、アンモニア揮散抑制等の面からも生ごみ処理装置の菌床としては、能力は高いが、生ごみ分解処理後、堆肥として利用するには、分解が遅く、長期の追熟期間を要する(中央畜産会編 2000)。

本試験において、園芸資材を中心に生ごみ処理装置における各種資材の菌床としての特性の検討及び資材混合により生ごみ処理装置に用いる菌床の作成を検討した結果、パーク堆肥、ヤ

シ殻破砕物を用いて、高機能の菌床を作成することができた。

この菌床は、おが屑と同等程度のアンモニア揮散抑制能力を持ち、攪拌混合のための物性も良好であった。また、園芸資材を用いているため、処理物利用の際の熟成期間も短縮できると考えられた。

また、本試験のために試作した簡易装置によってパーク堆肥、ヤシ殻破砕物を組み合わせた菌床について検討したが、本手法は生ごみ分解のための菌床の特性を簡易に検定する装置として十分利用できることが明らかとなった。

3. 第3章総括(生ごみ処理装置処理物の特性の検討)

近年、生ごみの減量化、有効利用の手法として、電動の生ごみ処理装置が普及してきており、現在、多数のメーカーより生ごみ処理装置が発売されている(月刊廃棄物編集部 2000)。このため、その処理方式は多岐にわたっており、各メーカーは、その独自色を出すため、いろいろな手法を取り入れており、生ごみ処理装置より得られる生ごみ処理物は、装置の処理手法によりその特性が異なる。

一方、生ごみは、発生場所により構成する材料が異なる。このため、生ごみ処理物の特性は生ごみを構成する材料によっても異なると考えられる。このことから、本章では、生ごみ処理物の特性を把握するため、処理方式と処理物特性の関係について検討した。

第3章1項では、微生物で分解するタイプ(微生物分解型)の生ごみ処理装置では、菌床の種類、容量などの処理条件によりその特性が異なると考えられたため、温度、生ごみの種類、装置への負荷量等の生ごみ処理装置での処理条件と生ごみ処理物の特性の関係について検討したところ、以下のような事項が明らかになった。

- 1) 好氣的に(良好に)分解を継続するには水分、pH、EC等を適正に保つことが必要。
- 2) 生ごみの分解の初期に一時的にpHは低下する。

3) 一度に多量に入れると水分は上昇し、pHは低下して分解速度は遅くなる。

4) 特に米飯類はpHが低下し易い。

5) 菌床量当たりの投入生ごみ量が多い装置(通称；堆肥化型)では、乳酸の含有が認められ、好気性微生物数は減少する。

また、家庭用装置では、菌床量当たりの投入生ごみ量が少なく維持温度が中温域(40~50℃程度)の装置が、事業所用では、菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が高く維持温度が高温域(60℃程度)な装置が主であったため、処理物特性と装置処理条件の関係は以下のように整理された。

(ア) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が高いもの(維持温度60℃程度)：装置内はpHが低く、好気性微生物数が非常に少ない。このため、本処理装置の処理物は分解状態が未熟で油脂分の残存も多い製品となる。本処理条件の装置は事業所用装置に多い。

(イ) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が低いもの(維持温度 40~50℃程度)：多くの菌床を利用し、長期間(3~6か月間)取りだしを行わず生ごみの投入、分解を継続する。装置内で好気性分解(堆肥化)が進行している。高pHで油脂分の残存も少ない製品となる。本処理条件の装置は家庭用に多い。

以上のことから、微生物分解型の生ごみ処理物は2種類に大別でき、生ごみ処理物の使用に際しては、それぞれの特性を考慮した利用法の確立が必要と考えられた。

このように、生ごみ処理物でもその処理形態によりその特性は異なる。この内の(イ)のタイプの装置では、菌床としておが屑などの木質チップが利用されているが、おが屑は、生ごみ分解処理後、堆肥として利用するには、分解が遅く、長期の追熟期間を要するとされている(中央畜産会編 2000)。

このため、第3章2項では、園芸資材の組み合わせにより、生ごみ処理装置用の菌床を作成を試みた。その結果、バーク堆肥などの園芸資材を用いることによって、木質チップと同等程度

の処理を行うことができた。木質資材を多く用いる(イ)のような処理方法の場合、木質資材の熟成のための熟成期間が必要となるが、これらの資材の菌床資材としての利用により、処理物利用の際の熟成期間も短縮できると考えられ、効率的な生ごみ処理物の有効利用の推進のためには、有用な手法となると考えられた。以上のように本項では、処理物特性の改善の一方策を菌床資材の改良の面から示すことができた。

以上のように、第3章1項では、現在流通している生ごみ処理装置の処理条件と生ごみ処理物の特性を把握することができ、第3章2項では、処理物特性の改善の一方策を菌床資材の改良の面から示すことができた。

### 第4章 生ごみ処理物の農業利用法の検討

#### 1. 生ごみ処理物のノイバウエルポットによる植害試験

##### (1) はじめに

前章では、生ごみ処理装置での生ごみ処理条件と生ごみ処理物の特性の関係を検討し、生ごみ処理物を低pH高油脂含有及び高pH低油脂含有生ごみ処理物の2種類に分類した。本項では、生ごみ処理物施用の作物生育へ与える影響をノイバウエルポットによる植害試験で検討した。

##### (2) 材料および方法

ア. 供試材料；生ごみ処理物(6種類；詳細は下記参照)

(ア) 低pH高油脂含有率生ごみ処理物

(原料；ラーメン店残さ(L1)，工場食堂生ごみ(L2)，家庭生ごみ-給食残さ(L3)計3種類)

(イ) 高pH低油脂含有率生ごみ処理物

(原料；家庭生ごみ(H1，H2)計2種類)

(ウ) 牛ふん堆肥(対照 G)

イ) 供試土壌：淡色黒ボク土(土性CL)

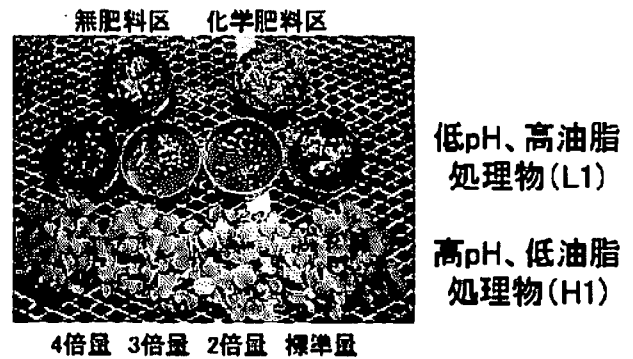
ウ) 試験方法：定法(農林水産省園芸局長通達第1943号「植物に対する害に関する栽培試験の方法」)(農林水産省 1984)に準じた。

##### (3) 結果および考察

両者のノイバウエルポットを用いた植害試験を行った時の発芽率及びコマツナ生育量の結果を第33表に示した。その結果、低pH高油脂含有の生ごみ処理物は発芽抑制、生育抑制の傾向が

認められた。

これは、低pH高油脂含有の生ごみ処理物が得られる生ごみ処理装置内では、好氣的分解である堆肥化処理が達成されていないためと考えられ、低pH高油脂含有の生ごみ処理物については、堆肥化処理を行うことが必要となると考えられた。このように、生ごみ処理物については、その特性を把握し、利用方法を決定することが必要である。



第111図 ノイバウエルポットによる植害試験生育状況(2週間経過時)

##### (4) まとめ

(ア) 低pH高油脂含有、(イ) 高pH低油脂含有の生ごみ処理物についてノイバウエルポットでの植害試験を行ったところ、(イ)型の生ごみ処理物では生育阻害が認められなかったのに対し、(ア)型の生ごみ処理物では発芽阻害、生育不良が認められた。このため、生ごみ処理物の利用に際しては、このような特性を考慮した上で利用方法を決定することが必要であると考えられた。

第33表 ノイバウエルポットによる植害試験

供試材料	区名	10日目		21日目		供試材料	区名	10日目		21日目	
		発芽率(%)	発芽率(%)	生育量	生育量比			発芽率(%)	発芽率(%)	生育量	生育量比
L1	標準区	78	68	2.0	40.3	H1	標準区	94	98	10.2	207.0
L1	2倍量区	48	28	0.4	8.1	H1	2倍量区	102	100	12.8	259.9
L1	3倍量区	64	56	1.1	21.3	H1	3倍量区	98	98	12.5	252.6
L1	4倍量区	40	24	0.4	7.1	H1	4倍量区	100	100	14.1	285.1
L2	標準区	76	78	2.1	41.9	H2	標準区	98	94	10.3	208.2
L2	2倍量区	80	82	1.7	34.1	H2	2倍量区	96	94	12.5	252.9
L2	3倍量区	96	100	1.9	38.4	H2	3倍量区	96	92	11.2	227.8
L2	4倍量区	82	84	1.0	20.3	H2	4倍量区	100	100	11.3	229.8
L3	標準区	92	90	3.4	68.5	G	標準区	92	92	7.3	147.1
L3	2倍量区	82	76	1.9	38.8	G	2倍量区	94	98	7.1	144.1
L3	3倍量区	80	52	1.2	24.9	G	3倍量区	98	98	8.0	160.9
L3	4倍量区	82	86	1.1	23.1	G	4倍量区	94	100	9.0	182.4
L4	標準区	88	92	2.9	58.4	化学肥料		96	94	4.9	100.0
L4	2倍量区	78	72	1.2	24.9	無肥料区		100	98	1.3	27.0
L4	3倍量区	94	90	1.7	34.7						
L4	4倍量区	96	96	1.6	32.4						

(生育量g/ポット) (対化学肥料区)

## 2. 生ごみ処理物に含まれる油脂分の影響と含有油脂分の簡易判定法の開発

### (1) はじめに

生ごみを材料とした堆肥については、塩分、成分値のばらつき、重金属の他に油脂分の集積が懸念されている。このため、油脂成分の動向に注目し、生ごみ処理装置処理物の含有油脂とpHの関係、生ごみ処理物への食用油添加の窒素無機化傾向及び作物生育への影響等により生ごみ処理物の油脂含有量が農業利用面に及ぼす影響について検討した。併せて、現場における簡易油脂分判定法についても検討した。

### (2) 材料および方法

ア. 生ごみ処理物中の油脂分の作物生育への影響

ア-① 生ごみ処理物への食用油添加の窒素無機化傾向及び作物生育への影響

(ア) 供試材料：生ごみ処理装置処理物(寺岡岩手製作所から分譲)、食用油(サラダ油)

(イ) 試験区：

ア) 油脂無添加区(処理物75gのみ)

イ) 油脂添加区(少)(処理物75g：油5g)

ウ) 油脂添加区(多)(処理物75g：油10g)

(処理物は風乾物重(含水率4.3%))

(ウ) 無機態窒素量の変化の測定(山口ら 2000)

100ml容ガラス容器に多腐植黒ボク土(土性L)(風乾土20g)と各試料(400mg)を含水率(最大容水量60%)に調整混合し、30℃で培養をおこなった。培養後、0、7、14、28、84日目に2MKClで振とう抽出をおこない、乾燥ろ過後、オートアナライザー(ブランルーベ社製)でNO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-Nの測定を行った。

(エ) ポット栽培試験(コマツナ)

ア) 試験規模：1/5000 a ワグネルポット

イ) 栽培方法：淡色黒ボク土(土性CL)2.5kgに各試料(窒素2.0g相当量)を混合し、ワグネルポット内に充てんした。これにコマツナ'みすぎ'

を播種し、適宜間引きを行い5株とし、約1ヶ月毎に播種し、収量調査をおこなった。

ア-② 油脂の土壌施用による作物生育への影響  
土壌に食用油を施用した場合の作物生育への影響を調査した。

(ア) ポット栽培試験(コマツナ)

ア) 試験規模：1/5000 a ワグネルポット

イ) 試験区：

ア) 油脂無施用区(化学肥料N0.5g/ポット(燐加安42号(N14-P14-K14)))

イ) 油脂施用区(少)(化学肥料N0.5g/ポット, 食用油7.5g/ポット)

ウ) 油脂施用区(中)(化学肥料N0.5g/ポット, 食用油15g/ポット)

エ) 油脂施用区(多)(化学肥料N0.5g/ポット, 食用油30g/ポット)

イ) 栽培方法：前試験ア-①(エ)イ)に同じ。

ア-③ 生ごみ処理物油脂除去製品の特性の検討

(ア) 供試材料：生ごみ処理物(工場食堂生ごみ)、同水抽出残さ、同ジエチルエーテル抽出残さ

(イ) 内容成分調査項目：(山口ら 2000)

ア) 含水率：105℃乾燥法

イ) 菌床pH、EC：10倍容のイオン交換水を添加し、30分間振とう後測定。

ウ) 全窒素全炭素含有率：全窒素全炭素自動分析計(住化 NCアナライザー NC-800)で測定。

エ) P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd：湿式灰化後、ICP発光分光分析計(バリアン Vista AX)で測定。

オ) 粗灰分(農林水産省 2003)：550℃マッフル炉内で灰化。カ. 粗脂肪含有量：ソックスレー抽出法(ジエチルエーテル)で測定。

(ウ) 無機態窒素量の変化の測定(山口ら 2000)

前試験ア-①(ウ)に同じ。培養期間は、0、7、14、28、56、84日目とした。

(エ)ポット栽培試験(コマツナ)

ア) 試験規模：1/5000 a ワグネルポット

イ) 栽培方法：前試験ア-①(エ)イ)と同じ。各試料添加量はN1.0又はN2.0g相当量とした。

イ. 生ごみ処理物油脂分の簡易判定法の検討

(ア)供試材料：生ごみを用いた堆肥 31点(県内より収集したもの及び所内で試作したもの)

(イ)測定項目：

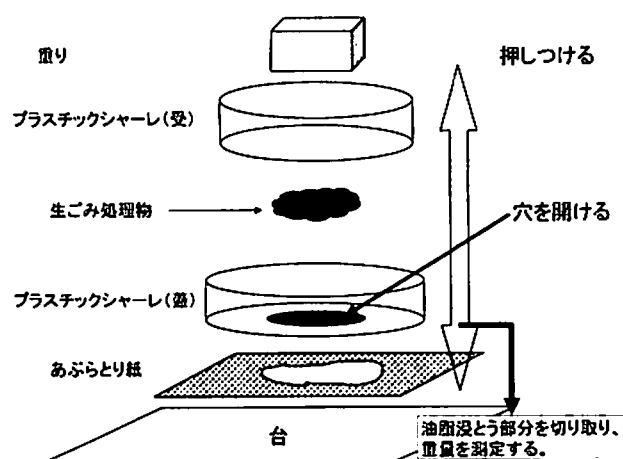
ア) 油脂含有量((財)日本食品分析センター編 2001):ソックスレー抽出法(ジエチルエーテル)により測定。

イ) エタノール抽出液の水混合白濁度合い法

各サンプル1gに10倍容のエタノールを添加振とうし、抽出操作後、乾燥ろ過をおこない、得られた抽出液を5mlのイオン交換水に添加した。この時の濁度を吸光光度計(660nm)により測定した。抽出液の添加量は、0.5ml, 1.0ml, 2.0mlとした。

ウ) 油取り紙の油浸とう度合い法

第112図に示したように一定面積で生ごみ処理物を油とり紙(化粧用)と接触させ、加重して規定時間静置した。そして、その時の油が紙に浸とうした部分を切り抜き、重量を測定し表面積の指標とした。



第112図 油取り紙への油浸透の方法

(3) 結果及び考察

ア. 生ごみ処理物中の油脂分の作物生育への影響

ア-① 生ごみ処理物への食用油添加の窒素無機化傾向及び作物生育への影響

生ごみ処理物へ食用油添加して作成した供試材料ア, イ, ウの油脂含有率はそれぞれ5.0%, 12.3%, 18.7%であった。これを施用した場合のコマツナの生育量は処理物の油脂含有量が高いほど低くなる傾向にあり(第34表), 含有油脂分により, 生育に影響を与えていることが明らかになった。

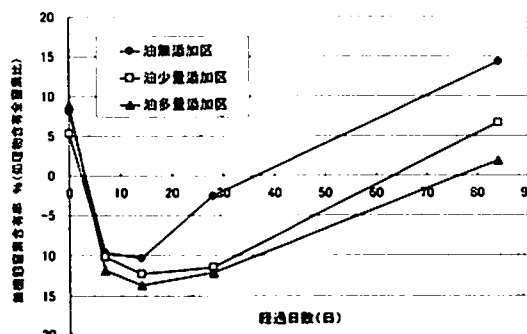
第34表 油脂添加生ごみ処理物施用のコマツナ生育状況

供試資材名	処理物 油含有率 (%)	発芽率 (%)	収量(g/ポット)			
			1作	2作	3作	3作合計
油無添加区	5.0	98.7	15.6	23.9	29.0	68.5
油添加区少	12.3	73.3	12.9	10.3	23.8	47.0
油添加区多	18.7	42.7	5.3	12.6	22.4	40.3
化学肥料区 <sup>2)</sup>		94.7	36.9	44.0	44.9	125.8
無肥料区		100.0	5.6	2.0	2.2	9.8

2) 傾加安42号(N14-P14-K14) 施用量N0.5g/ポット

第1作 播種: 2001年8月14日 発芽調査: 6月29日 収量調査: 7月27日  
 第2作 播種: 2001年7月27日 収量調査: 9月4日  
 第3作 播種: 2001年9月4日 収量調査: 10月29日

併せて、ビン培養試験により窒素無機化傾向を調査した結果、すべての試料で試験初期に窒素成分の有機化が生じた。また、各期間共、油脂含有率が多いほど無機化窒素量が少ない傾向にあり、油脂含有率5.0%では、約35日間で窒素成分の無機化がプラスになったのに対し、油脂含有率12.3%では65日目、油脂含有率18.7%では75日目と無機化が遅延する傾向にあった(第113図)。



第113図 油脂含有率の違いによる生ごみ処理物の窒素無機化傾向の変化

このため、生育量が低下した要因としては、油脂分による窒素成分の有機化及び無機化の抑制が考えられた。

#### ア-② 油脂の土壌施用による作物生育への影響

食用油を土壌施用し、化学肥料でコマツナ栽培を試みたところ、初期の発芽率は油添加量が多いほど低い値であった。

この場合のコマツナ生育量は、油脂添加量に従い初期に低下する傾向にあり、油脂添加量少、中区では、3作目で収量が増加したが、多区では、3作目でも回復しなかった。また、3作合計では、油脂添加が多いほど収量は少ない傾向にあった(第35表)。

第35表 油脂施用時のコマツナ生育状況

供試資料名	化学肥料添加量 (g/ポット)	油添加量 (g/ポット)	発芽率 (%)	収量(g/ポット)			
				1作	2作	3作	3作合計
油施用区少	N 0.5 g	7.5 g	64.4	40.1	12.6	24.2	76.9
油施用区中	N 0.5 g	15 g	13.3	36.5	4.2	7.5	48.2
油施用区多	N 0.5 g	30 g	4.4	12.2	2.7	1.1	16.0
化学肥料区 <sup>1)</sup>	N 0.5 g	0 g	84.4	53.4	15.1	42.2	110.7
無肥料区	N 0 g	0 g	86.7	7.7	2.3	1.7	11.7

<sup>1)</sup> 換加安42号(N14-P14-K14) 施用量N0.5g/ポット

第1作 播種: 2001年6月14日、発芽調査: 6月29日、収穫調査: 7月27日

第2作 播種: 2001年7月27日、収穫調査: 9月4日

第3作 播種: 2001年9月4日、収穫調査: 10月29日

以上のように、油脂分の添加量の増加により、作物生育量は、低下する傾向にあり、油脂分により、生育に影響を与えていることが明らかになった。

#### ア-③ 生ごみ処理物油脂除去製品の特性の検討

生ごみ処理物より、水及びジエチルエーテルにより抽出操作をおこない、各抽出残さの窒素成分の無機化、作物生育への影響を調査した。

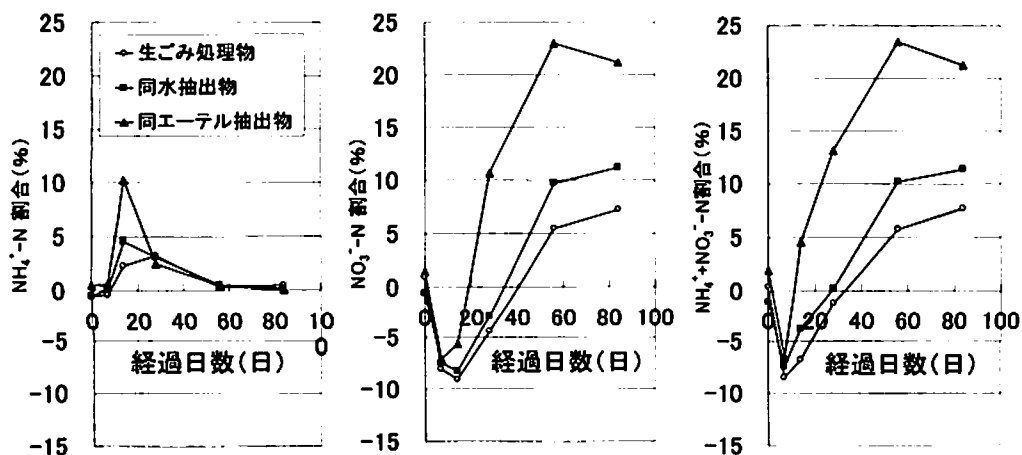
供試材料の内容成分を第36表に示した。

粗脂肪含有率はそれぞれ生ごみ処理物14.3%、同水抽出残さ14.4%、同ジエチルエーテル抽出残さ0.1%となり、エーテル処理により油脂分は十分除去されていた。成分値では、両抽出処理により全窒素はわずかに上昇、リン酸は低下する傾向にあった。また、カリ、ナトリウムは水抽出処理で溶出し、含有率は低下した。pHは変化しなかった。処理物のCN比は生ごみ処理物<水抽出残さ<ジエチルエーテル抽出残さの順で上昇する傾向にあった。

併せて、ビン培養試験による窒素無機化傾向の測定を実施し、その結果を第114図に示した。

第36表 各抽出残さの内容成分値

供試 資料名	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TC	TN	C/N	(成分は乾物当たり)										
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O CaO MgO Na Fe				Zn Mn Cu Cd 粗脂肪						
							(%)				(mg/kg)				(%)		
処理物そのまま	5.1	5.3	8.1	478	28	17.1	1.5	0.7	2.0	0.2	1.0	0.06	33	29	4	0.1	14.3
処理物水抽出残さ	5.3	0.8	7.0	502	32	15.5	1.0	ND	2.3	0.1	0.1	0.07	33	33	5	0.2	14.4
処理物エーテル抽出残さ	5.1	5.3	3.8	430	32	13.3	1.3	0.9	1.9	0.2	1.2	0.06	33	35	7	0.2	0.1



第114図 抽出処理による生ごみ処理物の窒素無機化傾向の変化

生ごみ処理物，同水抽出残さと比較して同ジエチルエーテル抽出残さでは，窒素無機化の進行が早く，各時期の無機態窒素量も多くなった．コマツナのポット栽培試験における生育量は水抽出残さ<生ごみ処理物<ジエチルエーテル抽出残さの順で増加する傾向にあった(第37表)．

第37表 抽出処理生ごみ処理物施用時のコマツナの生育状況

試験区	(g/ポット) (%)			
	1作目	2作目	3作目	合計 (対照比 <sup>2)</sup> )
生ごみ処理物 N1.0	2.4	30.6	12.2	45.2 ( 25 )
生ごみ処理物 N2.0	5.8	62.5	54.2	122.6 ( 67 )
同水抽出残さ N1.0	0.9	30.6	9.4	40.9 ( 22 )
同水抽出残さ N2.0	1.2	44.0	26.8	72.0 ( 39 )
同エーテル抽出残さ N1.0	6.3	61.5	23.2	90.9 ( 50 )
同エーテル抽出残さ N2.0	11.5	86.4	55.6	153.5 ( 84 )
化学肥料 N1.0	52.5	87.5	43.0	183.0 ( 100 )
化学肥料 N0.5	42.7	55.8	25.7	124.1 ( 68 )
無肥料区	2.8	6.8	0.8	10.4 ( 6 )

2) 対照は化学肥料 N1.0区

第1作 2002年5月16日播種～6月18日収穫調査  
 第2作 2002年6月18日播種～7月29日収穫調査  
 第3作 2002年7月29日播種～9月9日収穫調査

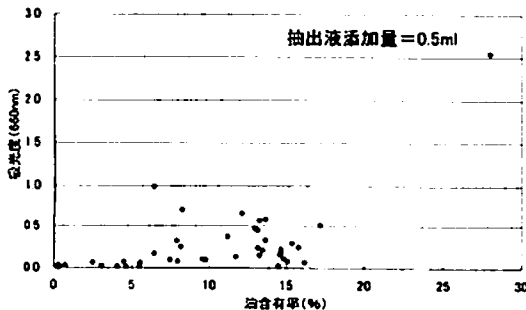
このように，水抽出残さよりエーテル抽出残さで窒素無機化速度及びコマツナ生育が改善した．

以上のことから，含有油脂成分は，作物生育に影響を与え，その主な要因は，窒素成分の有機化及び無機化の抑制と考えられた．

イ. 生ごみ処理物油脂分の簡易測定法の検討

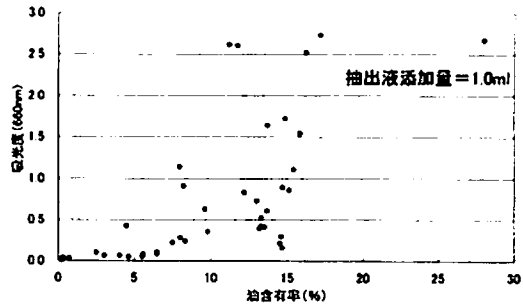
7) エタノール抽出液の水混合時の白濁度合い

生ごみ処理物のエタノール抽出液に水を添加すると油脂が含有している場合，白濁する傾向が認められた．白濁度合いと油脂含有量の関係を調査したところ，添加液量0.5mlでは，明確な傾向は認められなかった(第115図)．

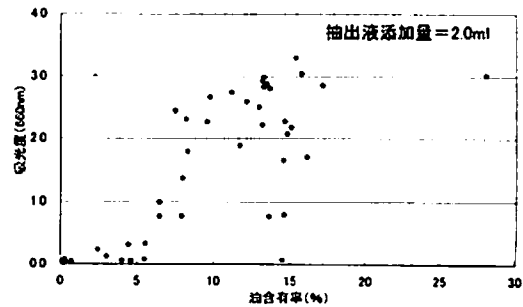


第115図 エタノール抽出液水混合時の白濁度と油含有量の関係

添加液量1.0ml, 2.0mlでは，油脂含有率4～5%以上で白濁状態が認められ，油脂含有率が高いほど濁度が高い傾向にあったが，定量的に使用できるほどではなかった(第116, 117図)．



第116図 エタノール抽出液水混合時の白濁度と油含有量の関係

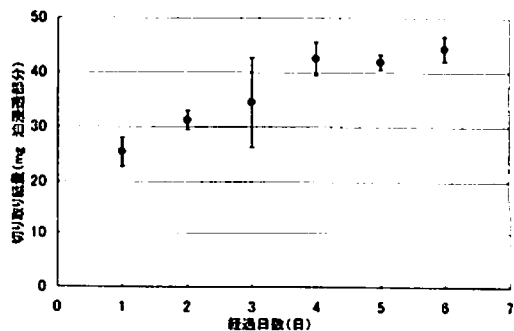


第117図 エタノール抽出液水混合時の白濁度と油含有量の関係

1) 油取り紙への油浸とう度合い

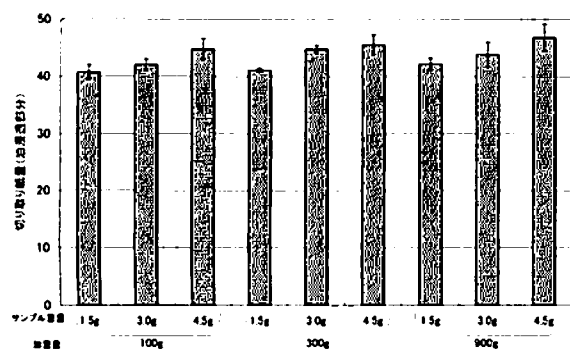
浸透性の良い紙上に生ごみ処理物を静置した場合，紙への含有油脂分の浸透が認められる．

静置時間を変化させ，浸とう度合いを調査したところ，4日目まで広がり，それ以降は同等程度であった(第118図)．



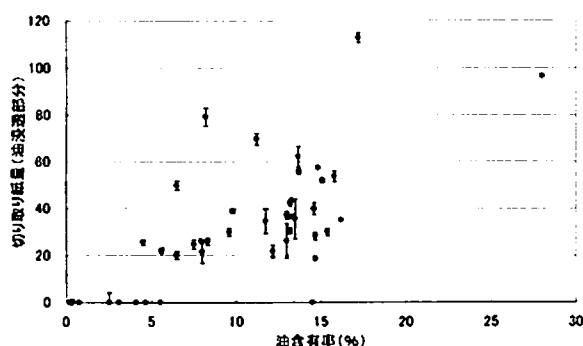
第118図 油取紙への油浸透度の経時的変化

このため、以降試験期間を4日間として試験を行った。また、加重量、サンプル量についても調査したところサンプル量1.5g、加重量300gで比較的安定した値が得られたため以降この条件により試験を行った(第119図)。



第119図 油浸透度のサンプル量、加重量の違いによる変化

各種試料で検討したところ、油取り紙への浸透度は油脂含有率5%以下では認められず、それ以上では紙への油脂の浸透が見られたが、浸透量と油脂含有率間での相関は認められなかった(第120図)。



第120図 油取紙への油浸透度と処理物油含有率の関係

このため、油脂含有率5%以上の判定には、使用可能だが、定量的には使用できないと考えられた。

#### (4) まとめ

生ごみ処理物に油を擬似的に添加した材料及び有機溶媒により油脂分を除去した製品のコマ

ツナのポット栽培試験による検討結果では、処理物の油脂含有率が高いと作物生育を低下する傾向が認められた。この主な原因としては、ビン培養試験の結果、明らかな有機化、無機化の抑制がみられることから、油脂分の分解による窒素成分の有機化、無機化の抑制が考えられた。

また、処理物油脂含有率とpHの関係では、生ごみ処理物の油脂含有率は0~20%であったが、pHが酸性域の試料で油脂含有率が5~20%と高い傾向にあり、pH6.5以上では、ほとんどのもので2%以下と消失する傾向にあった。この関係については、古畑ら(2003)が、6地点の堆肥化施設の試料を用いてpHと堆肥油脂含有率を調査し、堆肥化時の試料pHが上昇すると、油脂含有率が低下するという本試験と同様な関係を示している。処理物pHは生ごみ処理物内の油脂含有率と関係が認められたため、生ごみ処理物内の油脂含有率の目安となると考えられた。

有機酸含有率(酢酸、乳酸)とpHの関係では、酢酸では、明確な傾向は認められなかったが、乳酸は、pH6以上では、検出されず、pHが6以下の酸性域で検出される傾向にあった。

このため、酸性域の生ごみ処理物では、5%以上の油脂含有率のものが多いため、油脂成分の影響を考慮することが必要である。

また、油取り紙への処理物油脂分の浸透度合い及び処理物エタノール抽出液の水混合時の白濁度合いによる処理物中の油脂含有程度の簡易判定を検討したところ、油脂含有率約5%以上の値の検出が可能であった。

これらの両手法は、定量的に用いることは困難と思われたが、油脂含有率約5%以上の値の有無を定性的に判定、検出することは可能であった。

通常の油脂分測定では有機溶媒を用いるため、測定可能な場所は限定されるが、本法の適用により、現場での簡易な油脂含有判定が可能となる。



### 3. 生ごみ処理物の内容成分特性

#### (1) はじめに

生ごみ処理装置が多数のメーカーから発売され、普及している。これらの装置から生じる生ごみ処理物が農地で利用されている例もあるが、多くの場合、有効活用されていない。これは、生ごみを材料とした堆肥は、塩分、成分値の変動、重金属の他に油脂分の集積が懸念されており、農業利用の妨げになっているためと考えられる。この状況を打開し、生ごみ処理物の農業利用を促進するため、本項では県内及び近隣地域で使用されている生ごみ処理装置の処理物を収集し、成分値の特性及び値の変動について検討した。

#### (2) 材料および方法

##### ア. 供試材料：

生ごみ処理装置は、大きく分けて、処理法により微生物により分解処理をおこなう微生物分解型と温風により乾燥処理をおこなう乾燥型に、処理量(利用場所)により家庭用(1~1.5kg/日処理)と事業所用(数10kg~数100kg/日処理)に分類できる。

そこで、生ごみ処理物を処理法(微生物分解型、乾燥型)及び対象規模(家庭、事業所)の組み合わせで4種類に分類し、家庭用生ごみ処理装置処理物については、微生物分解型4種97点、乾燥型1種5点、合計102点、事業所用生ごみ処理装置処理物 微生物分解型13種32点、乾燥型 4種5点、合計37点を供試し、内容成分の調査を行った。

種類、採取点数等の詳細は、家庭用生ごみ処理装置処理物は第38表、事業所用生ごみ処理装置処理物は第39表に示した。

第39表 事業所用装置供試材料一覧

種別	装置No.	調査サンプル数	使用材料
微生物分解型(B)	BJ1	6	老人ホーム食堂
	BJ2	12	工場食堂生ごみ
	BJ3	1	学校給食生ごみ
	BJ4	1	工場食堂生ごみ
	BJ5	2	工場食堂生ごみ
	BJ6	1	市役所食堂生ごみ
	BJ7	2	学校給食+家庭生ごみ
	BJ8	1	家庭生ごみ
	BJ9	2	工場食堂生ごみ+刈り芝
	BJ10	1	ラーメン店残さ
	BJ11	1	野菜屑
	BJ12	1	ホテル生ごみ、汚泥等
	BJ13	1	食堂生ごみ他

種別	装置No.	調査サンプル数	使用材料
乾燥型(D)	DJ1	2	学校給食生ごみ
	DJ2	1	学校給食生ごみ
	DJ3	1	病院生ごみ
	DJ4	1	レストラン生ごみ

装置No.のDは乾燥型、Bは微生物分解型を示す。  
Jは事業所用を示す。

なお、装置BK1、BK2(微生物分解型(家庭用))に関しては、菌床の状態維持のため、適宜菌床資材の一部を処理物(菌床更新時取出品)として取り出し、新たな菌床資材を投入し、菌床の更新をおこなった。

また、装置BK1、BK4(微生物分解型(家庭用))は2槽式構造で第2槽に移った処理物を送風乾燥し、装置下部の箱に貯留されるような構造である。このため、処理物は、装置下部の貯留箱に貯まったものを採取した。

第38表 家庭用装置供試材料一覧

種別	装置No.	運転場所	運転期間	調査件数	調査点数	主な菌床材料	装置特徴
微生物分解型	装置BK1	A町	5ヶ月間	7	49 <sup>ア)</sup>	パーク堆肥	1)乾燥機
				7 <sup>イ)</sup>	7 <sup>イ)</sup>	ヤシ殻等	
微生物分解型	装置BK2	A町	5ヶ月間	10	22 <sup>ア)</sup>	モミガラ	2)菌床更新時取出品 室内温度17℃以下に設定し乾燥
				10 <sup>イ)</sup>			
微生物分解型	装置BK3	B市	1ヶ月間	5	5	木質チップ	出入口が菌床には入らない
微生物分解型	装置BK4	B市	1ヶ月間	4	4	木質チップ 放牧ヤシローソク	1)乾燥機 2)菌床更新時取出品
乾燥型	装置DK1	B市	1ヶ月間	5	5	なし	菌床更新機

装置No.のDKは乾燥型、Bは微生物分解型を示す。Aは家庭用を示す。

ア)菌床更新時取出品

イ)菌床取出品

### イ. 測定項目：

(ア)全炭素，全窒素含有率：炭素窒素自動分析計(住化 NCアナライザー NC-800)により測定。

(イ)粗灰分(山口他 2000)：550℃マッフル炉内で灰化し測定。

(ウ)無機成分値：湿式灰化後，ICP発光分光分析装置(バリアン VistaAX)で測定。

(エ)処理物pH，処理物電気伝導度(EC)(山口他 2000)：10倍容のイオン交換水を添加し，30分間振とう後，電極法で測定。

### (3) 結果および考察

生ごみ処理物の成分分析結果を生ごみ処理装置の処理法及び処理量(利用場所)により分類し，第40～45表に示したが，成分値各項目の特徴が以下のように整理された。

#### ア. 肥料三要素(窒素，リン酸，カリ)

肥料三要素(窒素，リン酸，カリ)は，微生物分解型BK1(家庭用)平均値で3.0%，1.5%，2.1%，微生物分解型BJ1(事業所用)平均値で2.7%，0.5%，0.5%，乾燥型DK1(家庭用)平均値で4.5%，1.4%，1.3%，乾燥型(事業所用)全体の平均値で3.0%，0.6%，0.8%であった。以上のように，生ごみ処理物の成分値は，ラーメン残さを材料とした処理物でリン酸が高い値を，市場野菜屑を材料とした処理物でカリが高い値を示したが，総合的にみた場合，窒素成分がリン酸，カリと比較し，多い傾向にあり，この傾向は，乾燥型装置処理物でも同様であった(第40～45表)。

#### イ. pH

pHは微生物分解型(家庭用)処理物で8程度と高かったのに対し，微生物分解型(事業所用)装置処理物では，4～5と低い値を示した。これは，菌床に対する生ごみの割合が高いことや投入生ごみとしては米飯等の残飯の投入が多いことなどの装置内条件によって有機酸等の酸性物質が生成集積(藤田ら 1985)(内村・岡田 1992)したことが理由として考えられた。

また，通常，生ごみ中のタンパク質等の窒素含有物質が分解されれば，アンモニウムイオンの生成に伴い，菌床pHが上昇すると考えられるが，本材料では，タンパク質等の微生物分解が進行していないため，菌床pHが上昇していないと考えられる(第42～44表)。

#### ウ. カルシウム含有率

処理物(微生物分解型(家庭用))のカルシウム含有量については，高い家庭が多く，変動が比較的大きかった。これは，卵殻や骨類の投入に起因するものと考えられる(第40～41表)。この傾向は，乾燥型(家庭用)装置も同様であった(第45表)。

また，ラーメン残さを材料とした処理物でリン酸とともにカルシウム含有率が高い値を示したが，これは，卵殻とともに骨などの投入が要因と考えられた(第44表)。

#### エ. 成分値の時期別変動

微生物分解型装置処理物では，各家庭，事業所で生ごみの投入状況が異なるため，成分値の変動も懸念される。

主要成分値の変動について家庭用装置処理物2種類，事業所用装置2種類について成分値の変動について調査したところ，同一装置では，別途調査をおこなった神奈川県内でハウス乾燥によって製造されている牛ふん堆肥(竹本・川村 2000)と同等程度であり，比較的小さかった。これに対し，装置間での差が大きかった。この点は，後藤ら(1998)も同様な報告をしている(第40，43，44表)。

以上のことから，生ごみ処理物の成分は投入生ごみの材料よりも装置の菌床の種類，容量や操作条件などの処理条件に依存すると考えられる。このため，利用に際してはこれらの装置の処理条件に留意することが重要である。

また，乾燥型(家庭用)装置処理物では，微生物分解型(家庭用)処理物と比較し，窒素等若干変動が大きい成分があった。これは，この種の装置では，生ごみ材料を乾燥させているだけのため，成分は生ごみ原料の成分に依存するため

と考えられた(第45表)。

#### オ. ナトリウム含有率

生ごみ処理物については、従来より、ナトリウム成分の集積などが懸念されている。しかし、ナトリウム分は、土壤中では、降雨により流亡しやすい(高橋 2000)とされているため、問題は少ないとの意見もある。

本試験における生ごみ処理物のナトリウム含有率は1~2%台と数点多い場合もみられたが、平均値でみた場合、0.5~1%であった(第40~45表)。

高橋(1991)によれば、作物生育に影響を及ぼさない土壤中塩分(NaCl)濃度は、作物生育耐塩性の弱い植物で約500mg/kgとされており、これを土壤の比重等を考慮し換算すると単位面積あたりの含有量では、50g/m<sup>2</sup>に相当すると考えられる。

堆肥を神奈川県の露地畑における標準的施用量(神奈川県環境農政部農業振興課 2001b)の1kg/m<sup>2</sup>で施用した場合、堆肥から土壤に供給されるナトリウム量は堆肥のナトリウム含有率1%で10g/m<sup>2</sup>(NaCl換算で約25g/m<sup>2</sup>)となり、これらの点からは、堆肥のナトリウム含有率としては、2%程度(NaCl換算で約5%)までならば利用可能と考えられる。

このことから、生ごみ処理物のナトリウムが、作物生育に影響を与える可能性は低いと考えられるが、製品によっては、若干高い場合があり、この場合は、ナトリウム含有量の低い処理物もしくは他の資材との混合利用が必要と考えられる。

#### カ. 重金属含有率

生ごみを原料とした堆肥については、重金属含有量に関しても懸念されている。亜鉛、銅などは、微量の必須元素であるが、過剰に存在する場合、種々の生育障害を起こす恐れがある。このため、亜鉛では、「農用地土壤の重金属等の蓄積防止に関わる管理基準」で土壤中亜鉛濃度が120(mg/kg)以下とする等、土壤での重金属含有率の基準値が定められている(下水汚泥資源利

用協議会 1996)。

折原ら(2002)は、過去10年間(1989年~1999年)の神奈川県内の流通牛ふん堆肥の調査の結果、牛ふん堆肥の亜鉛、銅含有率は、亜鉛3197.78~257.99~30.31(最大値~平均値~最小値)mg/kg、銅1335.68~72.62~3.07(最大値~平均値~最小値)mg/kgとしている。

今回供試した生ごみ処理物の亜鉛、銅含有率は、亜鉛130~25mgkg<sup>-1</sup>、銅69~1mgkg<sup>-1</sup>であった。このように本試験で測定を行った生ごみ処理物の亜鉛、銅含有率はこれらと比較しても極めて低い値であった。

カドミウムは、コーデックス委員会において食品中カドミウムの基準値設定が検討されるなど注目を浴びている(農林水産省消費・安全局 2003)が、今回供試した生ごみ処理物のカドミウム含有率は、2mg/kgを上回る値を示した試料が1点あったものの、ほとんどの試料で1mg/kg以下であり、各装置の処理物の平均値で0.14~1.05mg/kgであった(第40~45表)。これは、1980年代に松崎ら(1985)により導入された機械選別で製造された都市ごみコンポストと比べて、低い値であり、従来の肥料取締法における特殊肥料の基準及び現在の肥料取締法におけるおでい肥料の基準(5mg/kg)と比較しても低い値であった。

このため、処理物中の重金属が、土壤、作物に影響を与える可能性は低いと考えられるが、最も高い値を示した試料は、5ヶ月間菌床の更新を行わず、生ごみ投入を継続した装置であり、カドミウム含有量は、装置の運転期間が長い試料ほど高くなる傾向あったため、装置運転期間が長期間の場合は、注意が必要と思われる。

#### (4) まとめ

生ごみ処理物の利用を推進するためには、利用者である農家に利用しやすい形で生ごみ堆肥を提供することが重要であり、塩分の集積、重金属含有量、成分値の変動等が大きくてはならない。本項では、神奈川県内及び近隣地域より

生ごみ処理物を収集し、その成分特性について調査した。

その結果、生ごみ処理物の主要成分値は、窒素成分がリン酸、カリと比較し、多い傾向にあること、塩分(ナトリウム含有率)については、神奈川県の高地畑における堆肥の標準的施用量(1kg/m<sup>2</sup>)を基に、堆肥が土壌に供給するナトリウム濃度を試算した結果、堆肥のナトリウムが作物生育に影響を与える可能性は低いと考えられること、また、銅、カドミウム等の重金属含有量は、家畜ふん堆肥等と比較しても低い値であることを明らかにした。水産庁の調査(2003)では、軟体動物・甲殻類(内臓)等で、カドミウム含有量が高い事例があることが報告されている。また、食材によっては、塩分含有量の多いものもある(女子栄養大学出版部 2004)ため、特定の食材を原料とした場合は、これらが高濃度になる可能性もあるため、これらの値を把握し、

利用することは必要であるが、通常の家畜や食堂などから排出される生ごみを原料とした生ごみ処理物は、塩分、重金属の含有率は、従来の堆肥材料である家畜ふんと比較しても高いとはいえず、堆肥原料として十分利用可能と考えられた。

また、成分値は装置の菌床の種類、容量や操作条件などの処理条件に依存していることが明らかになった。反面、同一の装置において成分値の経時的変動を調査したところ、その変動は比較的小さかったため、農業利用に際しては、同一の地域、装置から処理物を収集し、処理物を混合均質化し、利用することにより、成分を安定にすることができる。また、牛ふんなどの比較的安定して得られる他資材と混合することも、品質を安定確保のためには有効であると考えられる。

第40表 微生物分解型(家庭用)生ごみ処理装置処理物の内容成分値(A町)

菌床更新時取り出し品													(n=49) (乾物当たり)				
装置BK1	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe (mg/kg)	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	49.9	9.1	6.89	36.6	4.0	45.2	19.2	2.5	3.1	21.3	0.8	2.1	2644	127	154	69	1.20
最小値	13.0	7.1	1.08	13.3	1.7	29.9	10.4	0.7	0.9	3.2	0.3	0.3	1022	29	68	7	0.10
平均値	30.4	8.1	2.96	21.9	3.0	40.3	13.6	1.5	2.1	11.2	0.6	0.9	1893	70	118	22	0.52
標準偏差	9.9	0.5	1.63	5.9	0.4	3.4	1.6	0.4	0.6	3.7	0.1	0.5	310	16	16	12	0.37
最終取りだし品													(n=7) (乾物当たり)				
装置BK1	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe (mg/kg)	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	54.5	8.6	5.93	22.1	4.2	45.5	13.0	2.9	4.1	9.9	0.9	2.3	2098	96	176	37	2.45
最小値	29.2	7.0	1.25	13.8	3.1	37.0	10.1	1.1	1.3	3.8	0.5	0.6	1407	54	97	13	0.20
平均値	47.2	7.9	2.87	17.5	3.6	41.8	11.8	1.7	2.6	6.8	0.6	1.1	1753	75	133	24	1.05
標準偏差	8.6	0.6	1.59	2.9	0.3	2.6	1.1	0.6	1.0	1.9	0.2	0.5	232	13	29	8	0.77
菌床更新時取り出し品													(n=22) (乾物当たり)				
装置BK2	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe (mg/kg)	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	69.7	9.4	4.11	32.1	3.8	46.2	29.6	1.5	3.2	7.8	0.4	1.4	4080	45	245	21	0.94
最小値	35.2	6.5	1.44	15.8	1.3	34.1	11.0	0.5	0.7	1.5	0.1	0.1	238	17	76	3	0.02
平均値	51.3	8.0	2.49	22.2	2.5	40.0	17.6	0.9	1.7	3.5	0.3	0.6	1186	36	182	9	0.17
標準偏差	11.1	0.8	0.83	4.1	0.7	2.9	5.0	0.3	0.6	1.8	0.1	0.3	854	7	42	3	0.19
最終取りだし品													(n=10) (乾物当たり)				
装置BK2	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe (mg/kg)	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	64.2	9.3	4.02	34.1	2.8	40.1	23.9	1.6	2.6	8.8	0.6	1.1	6351	105	369	64	1.12
最小値	38.1	6.6	1.23	19.1	1.5	32.1	12.9	0.6	1.3	1.4	0.2	0.3	517	29	151	6	0.06
平均値	51.9	8.2	2.36	25.1	2.2	36.7	17.3	1.2	2.0	4.9	0.4	0.6	1608	48	219	15	0.33
標準偏差	9.4	1.0	0.89	4.1	0.4	2.5	3.2	0.3	0.4	2.5	0.1	0.3	1632	20	68	16	0.31

第41表 微生物分解型(家庭用)生ごみ処理装置処理物の内容成分値(B町)

装置BK3	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	(n=5) (乾物当たり)				
													Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	49.3	9.4	6.37	23.6	3.4	44.8	23.9	1.45	2.43	12.23	0.69	1.12	985	92	130	30	0.20
最小値	19.3	7.2	1.92	9.3	1.8	37.1	11.7	0.39	0.82	2.41	0.25	0.21	154	16	30	8	0.02
平均値	31.0	8.2	3.72	17.6	2.5	41.2	17.5	1.15	1.83	6.75	0.41	0.68	566	43	79	14	0.14
標準偏差	11.6	0.7	1.49	5.4	0.7	3.0	4.8	0.38	0.58	3.26	0.16	0.30	334	26	39	8	0.07

装置BK4	含水率 (%)	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	(n=4) (乾物当たり)				
													Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	14.2	7.7	9.23	36.1	4.3	45.0	13.7	2.77	2.28	19.29	0.56	1.25	550	62	108	19	0.19
最小値	9.9	6.0	4.01	18.7	2.4	32.6	8.3	1.16	1.24	9.57	0.28	0.56	114	31	25	7	0.09
平均値	12.2	7.1	6.19	27.9	3.7	37.5	10.5	1.80	1.55	14.92	0.40	0.86	292	43	51	11	0.14
標準偏差	1.9	0.7	2.14	6.5	0.8	4.6	2.1	0.65	0.42	4.04	0.11	0.25	169	11	34	5	0.04

第42表 微生物分解型(事業所用)生ごみ処理装置処理物の内容成分値(処理物BJ1)

生ごみ処理物 BJ1	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	T-C	T-N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	(n=6) (成分は乾物当たり)				
												Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	4.7	4.5	3.7	48.5	2.9	21.3	0.5	0.5	0.4	0.1	0.9	1029	24	20	4	0.16
最小値	4.0	3.5	2.8	41.7	2.3	15.7	0.4	0.4	0.2	0.1	0.5	243	18	12	2	0.11
平均値	4.3	3.9	3.4	47.4	2.7	18.6	0.5	0.5	0.3	0.1	0.8	664	21	17	3	0.13
標準偏差	0.2	0.4	0.3	2.1	0.2	1.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	360	2	3	1	0.02
変動係数(%)	5.0	8.0	7.9	4.4	6.4	8.5	7.8	6.3	16.4	6.3	13.5	35.0	9.2	15.2	15.3	11.3

第43表 微生物分解型(事業所用)生ごみ処理装置処理物の内容成分値(処理物BJ2)

生ごみ処理物 BJ2	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	T-C	T-N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	(n=12) (成分は乾物当たり)				
												Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
最大値	5.3	5.3	6.8	48.4	3.3	18.6	1.4	1.0	1.7	0.2	0.9	525	42	34	10	0.1
最小値	4.5	4.2	4.0	47.2	2.6	14.9	0.5	0.6	0.4	0.1	0.7	26	18	18	2	0.1
平均値	4.9	4.4	4.9	47.8	2.9	16.5	0.7	0.7	0.8	0.1	0.8	110	23	22	4	0.1
標準偏差	0.2	0.3	0.9	0.4	0.2	1.1	0.3	0.1	0.4	0.0	0.1	137	7	5	2	0.03
変動係数(%)	4.4	6.7	17.5	0.8	7.1	6.7	39.8	13.6	49.7	24.3	7.7	124.2	28.4	22.4	45.3	25.5

第44表 事業所用生ごみ処理装置処理物の内容成分値

		(成分は乾物当たり)															
供試 資材名	pH	EC	粗灰分	TC	TN	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Cd	
		(dS/m)	(%)				(%)	(mg/kg)									
微生物 分解型	BJ3	4.7	4.8	4.6	48.0	2.6	18.3	0.6	0.7	0.6	0.1	0.7	526	24	24	3	0.2
	BJ4	5.2	5.6	7.9	48.2	3.4	14.3	1.6	0.9	2.5	0.5	0.7	177	36	60	4	0.1
	BJ5-1	5.4	5.5	8.7	48.2	3.9	12.3	0.8	0.8	2.3	0.2	1.1	827	41	73	53	0.1
	BJ5-2	6.0	6.3	11.6	49.7	3.5	14.3	0.9	1.0	3.8	0.9	1.0	485	27	70	7	0.1
	BJ6	5.0	4.5	4.5	49.7	3.7	13.5	0.8	0.5	0.5	0.2	0.8	1678	27	14	5	0.3
	BJ7-1	5.1	5.0	6.6	46.5	3.4	13.7	0.9	0.9	1.9	0.2	0.8	57	24	21	5	0.2
	BJ7-1	5.1	4.9	6.9	45.5	3.1	14.9	0.8	1.2	1.8	0.2	0.8	584	31	24	7	0.2
	BJ8	5.1	8.1	19.8	43.9	3.1	14.4	1.6	1.3	5.7	0.4	0.5	296	32	67	10	0.3
	BJ9-1	5.6	3.4	6.7	48.4	3.3	14.5	0.7	0.5	2.0	0.2	0.7	511	30	51	12	0.1
	BJ9-2	5.2	3.6	8.9	47.5	3.2	15.0	0.8	0.6	1.4	0.2	0.7	2604	46	86	14	0.1
	BJ10	6.1	2.6	17.1	47.7	5.3	9.0	5.7	0.3	8.9	0.3	0.8	525	67	14	4	0.2
	BJ11	4.1	8.9	12.0	39.6	2.9	13.6	1.1	3.2	1.4	0.3	1.2	685	32	36	8	0.2
	BJ12	5.1	5.3	16.0	46.4	4.4	10.5	1.0	0.9	4.3	0.2	0.7	353	43	33	19	0.2
BJ13	5.4	4.5	6.7	51.9	4.0	13.1	2.8	1.3	0.5	1.0	0.5	156	53	102	6	0.1	
乾燥型	DJ1-1	4.7	6.4	6.5	43.9	3.0	14.6	0.7	0.9	0.3	0.2	0.6	244	25	10	20	0.04
	DJ1-2	4.3	4.7	5.0	46.6	3.4	13.6	0.6	0.6	0.5	0.2	0.5	187	18	1	19	0.04
	DJ2	4.9	5.1	4.6	45.9	3.0	15.1	0.6	1.2	0.3	0.2	0.6	71	24	18	8	0.13
	DJ3	5.3	3.3	5.7	46.4	2.9	16.0	0.7	0.6	1.7	0.1	0.6	32	21	11	9	0.12
	DJ4	5.1	3.6	6.4	47.2	2.6	18.5	0.5	0.5	1.8	0.1	0.6	62	15	13	7	0.08

第45表 各生ごみ処理装置処理物の内容成分値(乾燥型(家庭用)(B市))

		(n=5) (乾物当たり)															
装置DK1	含水率	pH	EC	粗灰分	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
	(%)		(dS/m)	(%)				(%)	(mg/kg)								
最大値	23.8	6.1	6.1	41.7	8.2	51.8	14.4	2.1	1.8	24.2	0.4	1.0	682	56	66	10	0.40
最小値	6.6	4.8	3.4	7.0	2.5	34.0	5.7	0.9	0.6	1.1	0.2	0.2	80	24	11	5	0.06
平均値	12.0	5.4	4.7	16.9	4.5	45.0	11.2	1.4	1.3	8.3	0.3	0.6	269	35	39	7	0.17
標準偏差	6.8	0.5	1.2	12.8	2.0	5.9	3.1	0.5	0.5	8.3	0.1	0.3	220	11	18	2	0.13

#### 4. 神奈川県内で製造されている牛ふん堆肥の特性

##### (1) はじめに

家畜ふんの発生量は、神奈川県内で牛ふん31.8万トン、豚ふん8.4万トン、鶏ふん7.4万トン、合計47.5万トン(神奈川県環境農政部農業振興課 2002)とされており、その発生量は日本国内の有機性廃棄物の中でも大きな割合を占めている。また、近年の畜産経営の大規模化、耕種農家との分離に伴い、素堀り、野積み等の不適切な処理によって畜産業が地域環境問題の原因となる事例が増加している(原田 2001)。

このため、1999年に家畜排泄物の管理の適正化および利用の促進に関する法律が制定され、家畜ふんの素堀り、野積みの解消、堆肥化による有効利用の促進が定義つけられ、この法令にそった方法での家畜ふんの堆肥化処理、有効利用が推進されている。

この法令に則した家畜ふんの処理法として神奈川県内では、牛ふんについては、プラスチックハウス内に生ふんを広げ、天日や装置による攪拌、送風等により乾燥発酵させるハウス乾燥による処理法(本多 1995, 渡辺 1995)が普及してきている。

また、生ごみの農業利用の方法では、牛ふん、剪定屑等の他の有機物と混合して堆肥化して利用する事例(有機質資源化推進会議 1997a)もある。

このため、本項では、生ごみ処理物との混合堆肥化の素材として神奈川県内でハウス乾燥処理によって堆肥製造をおこなっている酪農家を対象に堆肥内容成分の調査を行い、その特性を検討した。

##### (2) 材料および方法

ア. 供試材料：県内畜産農家より採取した牛ふんハウス乾燥処理物<sup>1)</sup>及び製品<sup>2)</sup>の試料 合計87点

神奈川県内でハウス乾燥方式によって牛ふん

堆肥の製造をおこなっている農家21軒から製造過程の試料を採取し、供試した。

<sup>1)</sup> 生ふんをハウス内に広げ、天日や装置による攪拌、送風等により乾燥発酵させたもの(農家により戻し堆肥、おがくず等副資材を添加)

<sup>2)</sup> ハウス乾燥処理物を更に堆積発酵させたもの。

採取時期：2000年5～6月(ハウス乾燥処理物22点、製品29点)及び8～9月(各17点、19点)

イ. 測定項目：

(ア)pH, EC：発芽試験用ろ液を電極法で測定。

(イ)全炭素全窒素含有率：炭素窒素自動分析計(住化 NCアナライザー NC-800)で測定。

(ウ)無機成分値(P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)：湿式灰化後、ICP発光分光分析装置(バリアン Vista AX)で測定した。

(エ)粗灰分(山口ら 2000)：550℃マッフル炉内で灰化。

(オ)含水率：105℃乾燥法

(カ)発芽試験(藤原ら 2000)：試料5g(乾物)を採取し、50mlの沸騰水を添加した。1時間静置後ガーゼでろ過をおこなった。ろ液10mlをろ紙を敷いたシャーレに注入後、約50粒のコマツナ(品種：みすぎ)を播種、30℃恒温槽内に保持し、2日後に発芽率等を調査した。発芽率、根長は、水のみで栽培した区の値を100として算出した。

根の生育への影響については、定法(藤原ら 2000)の簡便法として、以下のように根長を4階級に分別、度数化し、根生育度として示す方法で測定をおこなった。

##### ・根生育度の測定法

以下の4つに分けそれぞれに該当するコマツナ種子粒数を計数し、表記の式によって算出した。

根生育指数(3)... 正常に発芽し、対照区(水)の最長根の約1/2以上生育している。

根生育指数(2)... 正常に発芽しているが、根長が対照区(水)の最長根の約1/2以下。

根生育指数(1)... 発芽はしているが、根がほ

とんど伸長していない。

根生育指数(0) ... 発芽していない。

根生育度 = (根生育指数 × 各根生育指数の個体数) / (3 × 総播種粒数) × 100

水による栽培区を対照として補正した。

(ア)～(オ)に関しては製品試料について、(カ)に関しては、全供試材料について測定をおこなった。

### (3) 結果および考察

#### ア. 堆肥の成分特性について

神奈川県内でハウス乾燥処理によって製造された堆肥の内容成分の分析を行った結果を第46表に示した。肥料三要素の成分含有率の平均値は、窒素、リン酸、カリでそれぞれ、2.5, 2.2, 3.8%であった。

pHについては、8～9と高い値を示しており、硝酸化成が進行していない状態と考えられた。

家畜ふん堆肥の成分については、原田・山口(1997)が全国からの試料についておこなっており、窒素、リン酸、カリ含有量の平均値で、1.9, 2.3, 2.4%とされている。また、肥料便覧(伊達・塩崎 1997)には、過去の事例をもとに牛ふん堆肥の代表的な成分値が記載されており、窒素、リン酸、カリ含有量で、2.3, 4.9, 0.4%, C/N比14.1とされている。更に、県内に流通している堆肥については、神奈川県肥飼料検査所において分析された結果(上山・中田 2001)が示されており、窒素、リン酸、カリ含有量の平均値で、2.30, 2.24, 2.71%とされている。

第46表に加え、第121～123図に肥料三要素の成分値の階級分布を示したが、上記の既存の分析値と比較した場合、本試験において供試した試料の主要成分値のばらつきは、比較的小さかった。また、第46表の最大値にみられるように籾殻等の資材を多量に利用している農家の製品でC/N比の高い製品が数点みられたが、C/N比は、ほとんどのもので20以下となり、肥料効果の期待できる製品であった。

主要成分含量では、窒素、リン酸含有量と比較し、カリウム含量が多い傾向にあり、これは、野積み等によるカリウム等の水溶性成分の流亡が少ないためと考えられる。このため、本処理方法では、カリウムやナトリウム、塩素などの集積が懸念される。

本試験において測定をおこなった牛ふん堆肥のナトリウム含量は平均値で0.5%程度であった(第46表)。

第4章 3. (3)オで論述したように、高橋(1991)によれば、作物生育に影響を及ぼさない土壌中塩分(NaCl)濃度は、作物生育耐塩性の弱い植物で約500mg/kgとされており、これを土壌の比重等を考慮し換算すると単位面積あたりの含有量では、50g/m<sup>2</sup>に相当すると考えられる。

また、堆肥を神奈川県の露地畑における標準的施用量(神奈川県環境農政部農業振興課 2001b)の1kg/m<sup>2</sup>で施用した場合、堆肥から土壌に供給されるナトリウム量は堆肥のナトリウム含有率1%で10g/m<sup>2</sup>(NaCl換算で約25g/m<sup>2</sup>)となり、これらの点からは、堆肥のナトリウム含有率としては、2%程度(NaCl換算で約5%)までならば利用可能と考えられる。

また、ナトリウム分は、土壌中では、降雨により流亡しやすいとされている(高橋 2000)ため、ハウス栽培のように水分による流亡が期待できない場合などは、連用による集積を懸念し、施用量に注意が必要と考えられるが、基本的に、本製品に含有されるナトリウムが作物生育に影響を与える可能性は低いと考えられる。

一方、鉄含量の高い製品が数点みられたが、試料の採取条件を整理した結果、野外での混合堆積作業による土壌の混入が原因と考えられる(第46表)。

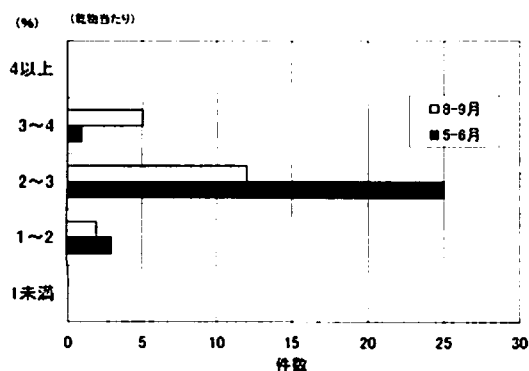


第46表 ハウス乾燥により製造された牛ふん堆肥の成分値

採取時期 5月～6月	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	(n=29) (乾物当たり)								
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn (mg/kg)	Mn	Cu
最大値	9.5	5.50	50.1	3.9	41.1	23.7	3.69	5.64	6.36	2.29	0.95	3.72	361	814	245
中央値	8.3	3.56	26.6	2.5	36.5	14.7	2.23	3.52	3.93	1.62	0.55	0.53	193	371	47
最小値	7.6	1.95	19.5	1.4	22.5	10.6	1.13	2.37	2.45	1.14	0.34	0.18	140	209	28
平均値	8.4	3.65	28.8	2.4	35.9	15.4	2.08	3.72	3.94	1.61	0.39	0.84	193	398	59
標準偏差	0.5	1.00	7.4	0.5	3.8	3.2	0.53	1.00	1.10	0.30	0.12	0.89	63	149	43

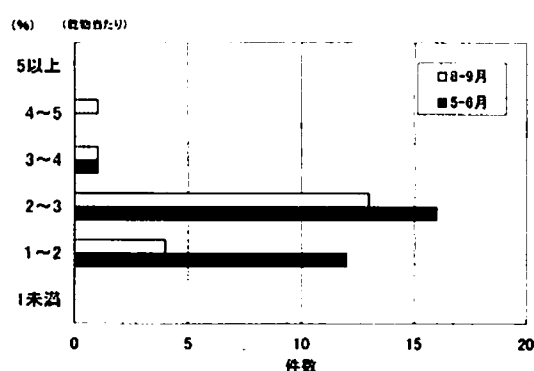
採取時期 8月～9月	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TN	TC	C/N	(n=19) (乾物当たり)								
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn (mg/kg)	Mn	Cu
最大値	9.8	5.48	46.3	3.6	42.7	23.7	4.05	5.67	7.42	2.51	1.29	1.33	321	640	123
中央値	8.2	3.81	32.5	2.7	38.1	14.1	2.47	3.94	3.78	1.65	0.66	0.34	169	347	39
最小値	7.2	1.87	17.8	1.8	32.7	10.2	1.51	1.98	2.55	1.12	0.31	0.17	108	228	28
平均値	8.4	3.74	32.0	2.7	37.7	14.3	2.43	3.81	3.98	1.73	0.50	0.42	191	345	45
標準偏差	0.7	0.82	8.3	0.5	2.8	3.0	0.57	0.96	1.13	0.33	0.17	0.29	60	105	21

(全窒素含量)



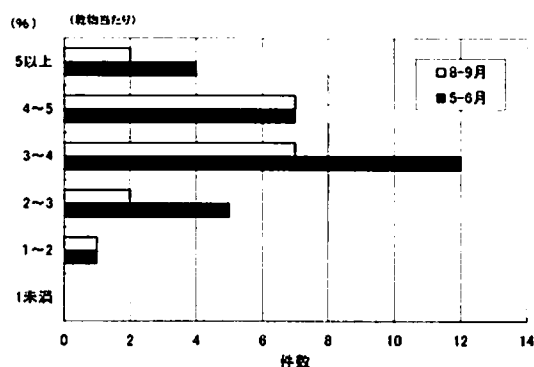
第121図 牛ふん堆肥成分値の階級別分布

(リン酸含量)



第122図 牛ふん堆肥成分値の階級別分布

(カリ含量)



第123図 牛ふん堆肥成分値の階級別分布

## イ. 堆肥抽出液による発芽試験

堆肥抽出液による発芽試験の結果を第47表に示した。8~9月採取試料はハウス乾燥処理物、製品ともに発芽率、根生育度が高かったのに対し、5~6月採取試料は、発芽率、根生育度ともに低く、未熟な状態のものが多い傾向にあった。この傾向は、ハウス乾燥処理物、製品ともに同様であった。このことは、堆肥需要期後である5~6月の堆肥の品質が低下していることを示している(第47表)。

第47表 牛ふんハウス乾燥処理物及び製品の発芽試験結果

	項目	発芽率 / 対照		根生育度 / 対照	
	採取時期	5~6月	8~9月	5~6月	8~9月
製品	平均値	84.5	96.0	55.8	91.5
	標準偏差	13.6	8.9	14.5	14.5
ハウス乾燥処理物	平均値	74.5	97.6	43.8	91.5
	標準偏差	16.7	3.4	12.4	13.1
牛ふん堆肥(所内)		97.1		89.0	

発芽率、根生育度は、水による対照区を100として算出

また、第48表に堆肥化処理時の含水率のデータを示したが、8~9月採取試料はハウス乾燥処理物、製品ともに5~6月採取試料と比較し、低い傾向にあった。

第48表 牛ふんハウス乾燥処理物及び製品の含水率変化

供試試料	ハウス乾燥処理物		製品	
	5~6月	8~9月	5~6月	8~9月
採取時期				
最大値	77.0	71.1	76.9	66.6
中央値	61.5	56.9	39.8	31.9
最小値	30.7	23.9	25.9	16.8
平均値	58.0	46.6	42.7	37.1
標準偏差	14.2	20.2	13.0	16.1

(%)

以上の結果より、堆肥品質の差が生じた理由としては、夏季(8~9月)は、水分の蒸散、乾燥が良好に進行し、ハウス内より発酵に良い状態で推移し、堆肥化が進行したのに対し、5~6月

は、堆肥需要期後のため、良質な部分が利用され、未熟な部分が残存していたこと、梅雨期の日照不足等により水分蒸散量が不足したため発酵状態が不良となったこと等が考えられる。

## (4) まとめ

ハウス乾燥処理によって製造された牛ふん堆肥は、CN比が低いグループに属し、肥料効果のある堆肥であるため、施用にあたっては、供給される肥料成分を考慮して使用することが必要である。また、ハウス乾燥処理によって製造された牛ふん堆肥は、カリ含有量が多い傾向にあり、多量使用時には、堆肥含有のカリ含有量を考慮し、元肥のカリ施肥量を削減する必要がある。更に、製品の腐熟度については、季節により違いがあるため、施用にあたっては堆肥の熟度に対し、注意が必要である。

ハウス乾燥処理によって製造された牛ふん堆肥は、従来の副資材を混合して製造された牛ふん堆肥に比べてカリウム含有量が多い傾向にあるため、カリ含有量の増加による塩基バランスの乱れが生じる可能性が高い。このため、前述のように堆肥のカリ含有率に注意し、カリウム施肥量を調整することが必要である。生ごみ処理物は、窒素成分が高く、リン酸、カリ成分が低いため、これを、牛ふんと混合することによって、成分の均衡をとることができると考えられるため、生ごみ処理物を牛ふんと混合することは、堆肥の成分バランス調整の面から有用と考えられた。

## 5. 生ごみ処理物と牛ふんを混合した高品質堆肥製造利用法の検討

### (1) はじめに

生ごみの利用方法としては、牛ふん、剪定屑等の他の有機物と混合して堆肥化しての利用が各地の先進的事例で認められる(有機質資源化推進会議 1997a)。このため、本項では、第3章1項において堆肥化処理が必要と考えられた低pH高油脂含有生ごみ処理物と前項で特性について調査を行った牛ふんハウス乾燥物を混合した堆肥製造利用法について検討した。

### (2) 材料および方法

#### ア. 生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化試験

(ア) 供試材料：生ごみ処理物(老人ホーム食堂生ごみ)、牛ふん乾燥物(神奈川県畜産研究所)、食用油脂

(イ) 試験区構成：

ア) 牛ふん生ごみ処理物混合区：生ごみ処理物：牛ふん(1:3混合(乾物))

イ) 牛ふん生ごみ処理物油脂少量混合区：生ごみ処理物：牛ふん(1:3混合(乾物)油25g/kg混合物)

ロ) 牛ふん生ごみ処理物油脂多量混合区：生ごみ処理物：牛ふん(1:3混合(乾物)油50g/kg混合物)

エ) 牛ふん単独区(対照)

(ウ) 試験方法：各資材を混合後、含水率約40%に調整し、約70L容コンテナに充てんし、適宜切り返しをおこないながら、約2.5ヶ月間堆肥舎内で静置した。堆肥化試験に際しては、油脂含有率の影響も調査するため、食用油を添加し、油脂含有率を変化させた試験も行った。

(エ) 堆肥化試験測定項目(山口ら 2000)：

ア) 含水率

イ) pH, EC：10倍容のイオン交換水を添加、30分間振とう後、電極法で測定。

ロ) 油脂含有量((財)日本食品分析センター編 2001)：ソックスレー抽出法(ジエチルエーテル)により測定した。

ハ) 温度変化：菌床温度変化をサーモレコーダーミニで測定。

#### イ. 製品内容成分分析

(ア) 全窒素, 全炭素含有率：全炭素窒素自動分析計(住化CNアナライザーNC-800)で測定。

(イ) 粗灰分(山口ら 2000)：550°Cマッフル炉内で灰化。

(ウ) P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu：湿式灰化後、ICP発光分光分析計(バリアン Vista AX)で測定。

(エ) 無機態窒素量の変化の測定(山口ら 2000)：第4章 2. (2)イ-①(ウ)に同じ。培養期間は、0, 28, 56日目とした。

(3) ポット栽培試験(コマツナ)

(ア) 供試材料：本堆肥化試験で作成した試料

(イ) 試験規模：1/5000 a ワグネルポット

(ウ) 栽培方法：淡色黒ボク土(土性CL)2.5kgに各試料(70g又は35g(乾物))を混合し、ワグネルポット内に充てんした。それにコマツナ'みすぎ'を播種し、適宜間引きをおこない5株とし、約1ヶ月毎に収量調査を行った。試験は、2001年8月31日～10月1日(1作, 9/4に発芽調査)、2001年10月1日～11月7日(2作)で行った。

エ. 生ごみ処理装置処理物牛ふん混合堆肥によるキャベツ栽培試験

(ア) 試験場所：所内露地圃場(腐植質黒ボク土, 土性(L))

(イ) 試験規模：1区6m<sup>2</sup>(3×2m), 2連制 畝間60cm×株間40cm

(ウ) 供試作物：キャベツ(しずはま1号)

(エ) 栽培概要：播種：2001年8月21日, 定植：2001年9月18日, 収穫調査：2002年1月15日

(オ) 施肥概要：基肥：N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=16:18:14g/m<sup>2</sup>, 追肥 N：K<sub>2</sub>O=6:6g/m<sup>2</sup>(NK化成2号使用)

(カ) 調査項目：

ア) 作物体：収量, 各養分吸収量,

イ) 跡地土壌：全窒素全炭素含有率：炭素窒素自動分析計(住化 NCアナライザー NC-800)で測定。

ロ) 交換性塩基, CEC(定法(土壌環境分析法編集

委員会 1997)に準じた)

(キ)供試資材：(詳細は前試験(堆肥化試験)参照)

ア)牛ふんハウス乾燥物単独堆肥化物(対照)

イ)牛ふんハウス乾燥物，生ごみ処理物混合堆肥化物：

生ごみ処理物：牛ふん(1:3混合(風乾)で混合し堆肥化(2.5ヶ月間)。

ウ)牛ふんハウス乾燥物，生ごみ処理物，油混合堆肥化物：

生ごみ処理物：牛ふん(1:3混合(風乾物)油25g/kg混合物)で混合し堆肥化(2.5ヶ月間)。

(ク)試験区：神奈川県では，作物別肥料施用基準(神奈川県環境農政部農業振興課 2001b)において堆肥肥料成分に肥効率を乗じた値で堆肥の肥料効果を定義して施肥量を算出している。これに基づき，本試験では，基肥を以下のような構成とした。

ア)-1：牛ふん50%区：製品ア中の窒素成分の肥効率を50%として基肥の50%を代替。

ア)-2：牛ふん30%区：製品ア中の窒素成分の肥効率を30%として基肥の50%を代替。

イ)-1：牛ふん生ごみ50%区：製品イの窒素成分の肥効率を50%として基肥の50%を代替。

イ)-2：牛ふん生ごみ30%区：製品イの窒素成分の肥効率を30%として基肥の50%を代替。

ウ)-1：牛ふん生ごみ油混合30%区：製品ウの窒素成分の肥効率を30%として基肥の50%を代替。

慣行区：基肥(化学肥料)+牛ふん堆肥

0.5kg/m<sup>2</sup>(乾物)施用

化学肥料区：基肥(化学肥料(尿素，重焼燐，硫酸カリを使用))

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>，K<sub>2</sub>Oは，堆肥中成分の有効化率を60%，90%とし不足分を化学肥料で補完した。

各試験区に補完する化学肥料は，各単肥(尿素，重焼燐，硫酸カリ)を用いた。

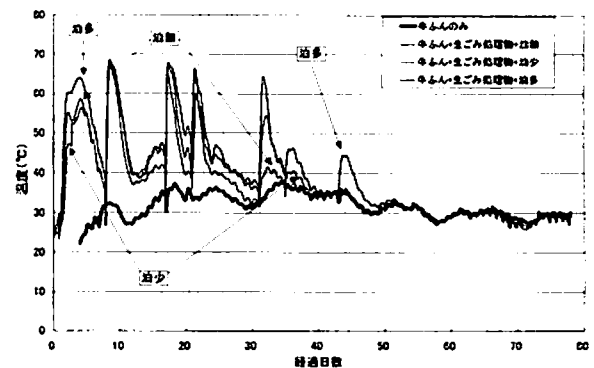
ただしリン酸，カリについては堆肥からの供給分で過剰であった場合は，無施用とした。

CaO，MgOは，施用量を50，20(g/m<sup>2</sup>)とし，不足分を粒状苦土石灰で補完した。

### (3) 結果及び考察

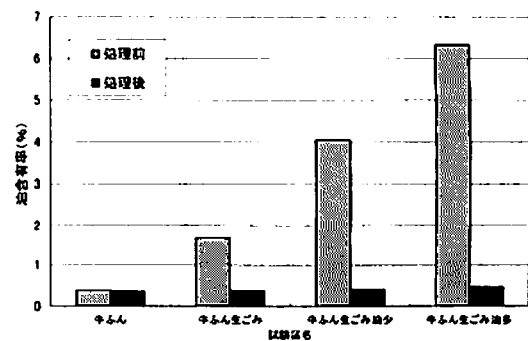
#### ア. 生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化試験

食用油を添加し，油脂含有率を変化させ，牛ふん，生ごみ処理物の混合堆肥化試験をおこなった結果，生ごみ処理物の添加により著しい温度上昇が認められ，牛ふん単独と比較し極めて高くなった。このため，含水率の低下が著しく，切り返し毎に適宜水添加を行う必要があった。また，油脂含有率の高い区で温度上昇が大きい傾向にあった。試料は，切り返しごとに温度上昇し，牛ふん処理物混合区で40日程度，牛ふん処理物油多混合区で50日程度で低下した(第124図)。



第124図 牛ふん処理物混合発酵時の品温の変化

pH変化は油脂添加量の多い区で低く推移する傾向にあった(第49表)。油脂成分は，各区とも堆肥化の間にほとんど分解した(第125図)。



第125図 牛ふん+処理物堆肥化時の油含有率の変化

第49表 生ごみ処理物、牛ふん混合発酵時の状態変化

牛ふん区							牛ふん処理物区								
月日	経過日数	重量	含水率	乾物重(乾物減少%)	pH	EC	月日	経過日数	重量	含水率	乾物重(乾物減少%)	pH	EC		
6/15	0	40.5	36.3	25.8	xxx	10.2	7.0	6/12	0	35.0	33.5	23.3	xxx	8.1	6.2
6/19	4	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	6/19	7	30.3	27.1	22.1	(5.2)	8.1	6.8
6/28	13	36.4	38.5	22.4	(13.1)	10.1	7.3	6/28	16	27.4	25.9	20.3	(12.9)	8.7	7.8
8/28	74	28.9	37.7	18.0	(30.2)	9.3	9.2	8/28	77	24.7	36.9	15.6	(33.0)	9.4	8.5

牛ふん処理物油少区							牛ふん処理物油多区								
月日	経過日数	重量	含水率	乾物重(乾物減少%)	pH	EC	月日	経過日数	重量	含水率	乾物重(乾物減少%)	pH	EC		
6/12	0	35.0	33.2	23.4	xxx	8.2	6.3	6/12	0	35.0	33.4	23.3	xxx	8.2	6.1
6/19	4	30.0	27.0	21.9	(6.1)	7.3	6.9	6/19	7	30.1	24.9	22.6	(3.2)	7.2	7.0
6/28	13	27.2	29.8	19.1	(18.4)	8.2	7.5	6/28	16	27.3	25.3	20.4	(12.7)	7.7	7.2
8/28	74	24.1	36.3	15.4	(34.2)	9.4	8.7	8/28	77	25.7	33.9	17.0	(27.2)	9.5	9.4

(kg) (kg) (kg) (kg) (mS/cm) (kg) (kg) (kg) (kg) (mS/cm)

以上のように生ごみ処理物と他資材との混合によって、物理性を改善することによって、良好な、二次発酵処理が可能であり、処理物中の油脂分は速やかに分解された。このため、生ごみ処理物に牛ふん等の副資材を混合堆肥化することにより、油脂含有率に関わらず、良好な堆肥化処理が可能になった。

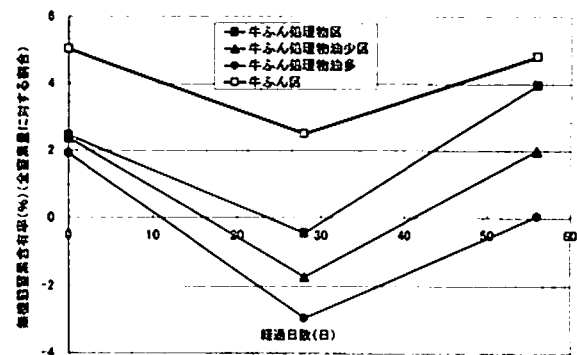
イ. 製品内容成分分析

前項で作成した生ごみ処理物牛ふんハウス乾燥物混合堆肥化物の内容成分特性について検討したところ、生ごみ処理物の添加によりリン酸、カリ含有率が減少する傾向にあった(第50表)。

また、ビン培養試験により窒素無機化傾向を調査した結果、生ごみ処理物の添加により、製品の無機態窒素は減少する傾向にあった。

また、0週目~4週間で有機化が生じたが、その量は、油脂添加量の多い試験区ほど大きかった。4週目~8週目で無機化が生じたが、その量は、牛ふんと比較し、生ごみ処理物混合区で

大きく、生ごみ処理物混合区間では、油脂添加量の少ない区の方が、無機化量が大きかった。また、8週間目の無機態窒素量は、4週目~8週目で無機化量は生ごみ処理物混合区の方が大きかったが、初期の無機態窒素量が牛ふん区が高かったため、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油少量区>牛ふん生ごみ処理物油中量区>牛ふん生ごみ処理物油多量区となった(第126図)。



第126図 牛ふん+生ごみ混合堆肥化物の無機化傾向

第50表 生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化物の内容成分値

試験区	pH	EC (dS/m)	粗灰分 (%)	TC	TN	C/N	(乾物当たり)									
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	
牛ふん区	9.2	9.5	36.8	31.8	3.2	9.9	4.9	5.8	5.9	2.5	0.9	0.5	351	369	82	
牛ふん+生ごみ区	9.3	9.8	34.4	32.1	3.3	9.7	4.6	5.4	5.3	2.3	1.0	0.5	321	346	73	
牛ふん+生ごみ+油少区	9.3	9.1	33.4	33.6	3.2	10.5	4.2	5.0	5.1	2.1	0.9	0.7	291	352	69	
牛ふん+生ごみ+油多区	9.2	9.8	33.4	33.4	3.2	10.4	4.4	5.1	5.1	2.2	0.9	0.5	303	347	71	

## ウ. ポット栽培試験(コマツナ)

ポット栽培試験におけるコマツナの生育量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ区>牛ふん生ごみ油区の順で、生ごみ処理物及び油の混合により低下する傾向にあった。この要因としては、ビン培養試験で示されたように、牛ふん生ごみ処理物混合区の無機態窒素量が少なかったこと、牛ふん生ごみ処理物混合区間では、油脂含有率の高い区ほど、無機化量が、少なかったことが考えられた。また、初期の発芽率低下は認められなかった(第51表)。

以上のように、混合堆肥化により、牛ふん中の窒素成分が有機化するため製品の初期の肥効は牛ふんより低くなった。

第51表 牛ふん生ごみ混合堆肥化物施用時のコマツナの生育状況

供試資材名	重量 (g/ポット)	発芽率 (%)	1作 2作 2作合計		
			1	2(作)	合計
牛ふん区	35 g	98.7	35.7	6.9	42.6
牛ふん+生ごみ区	70 g	96.0	54.5	10.2	64.7
牛ふん+生ごみ区	35 g	100.0	32.0	5.4	37.4
牛ふん+生ごみ+油多区	70 g	97.3	37.8	16.1	53.9
牛ふん+生ごみ+油多区	35 g	98.7	28.1	5.9	34.0
牛ふん処理物油多区	70 g	98.7	38.7	12.1	50.7
化学肥料区 N	0.5 g	97.3	57.9	40.8	98.7
化学肥料区 N	1.0 g	98.7	71.4	78.5	149.9
無肥料区	xxx	100.0	11.0	1.4	12.4

第1作 播種:2001年8月31日 発芽調査:9月4日 収穫:10月1日  
第2作 播種:2001年10月1日 収穫:11月7日

## エ. 生ごみ処理装置処理物牛ふん混合堆肥によるキャベツ栽培試験

基肥窒素施肥量の50%を堆肥で代替施用し、キャベツ(露地 2001/9/18~2002/1/15)栽培を行ったところ、堆肥施用区でカリ施肥量が過剰となったが、その量は生ごみ処理物混合堆肥施用区で牛ふん単独堆肥施用区と比較し、少なくすることができた(第52表)。

また、牛ふん生ごみ油混合30%区を除く堆肥施用区で化学肥料区と同等以上の収量が得られた(第53表)が、収量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油少量区>牛ふん生ごみ処理物油多量区の傾向にあった。

油脂分は堆肥化処理により分解消失していることが前試験で確認されているため、収量の低下は、堆肥化時の有機化による無機態窒素の減少による窒素成分無機化の遅延にあると考えられた。

第52表 栽培試験区における基肥成分量

試験区		有機物由来			化学肥料由来			合計		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
牛ふん	30%区	26.7	40.8	48.3	8.0	0.0	0.0	34.6	40.8	48.3
	50%区	18.0	24.5	29.0	8.0	3.1	0.0	24.0	27.6	29.0
牛ふん+生ごみ	30%区	26.7	37.2	43.6	8.0	0.0	0.0	34.6	37.2	43.6
	50%区	18.0	22.3	26.2	8.0	4.1	0.0	24.0	26.4	26.2
牛ふん+生ごみ+油多	30%区	26.7	35.7	42.5	8.0	0.0	0.0	34.6	36.7	42.5
化学肥料区		0.0	0.0	0.0	16.0	18.0	14.0	16.0	18.0	14.0
慣行区		18.0	24.5	29.0	16.0	18.0	14.0	32.0	42.5	43.0

第53表 収量調査結果

試験区名		収量 (kg/株)			収量比(慣行区を100)		
		結球部	外葉部	全体	結球部	外葉部	全体
牛ふん	50%区	1.14	0.85	1.98	104	101	101
	30%区	1.25	0.88	2.13	114	105	108
牛ふん+生ごみ	50%区	1.08	0.92	2.01	99	111	102
	30%区	1.15	0.85	2.00	105	102	102
牛ふん+生ごみ+油多	30%区	0.96	0.76	1.75	88	91	89
化学肥料区		1.09	0.84	1.98	100	100	100
慣行区		1.19	0.95	2.14	109	113	109

また、各養分吸収量では、結球部では、明確な傾向は認められなかったが、全体では、窒素、リン酸、カリでは、堆肥施肥量に比例して、各養分吸収量が上昇したのに対し、石灰、苦土は、堆肥多量施用区で、吸収量が減少する傾向にあった。この要因としては、カリ成分の過剰施用が考えられた(第54表)。

跡地土壌では、硝酸態窒素含有率は総体的に低かったが、可給態リン酸は、生ごみ処理物混合堆肥施用区、牛ふん30%区で栽培前土壌より上昇し、牛ふん生ごみ処理物混合堆肥施用区の方が高い傾向にあった。また、交換性塩基は、堆肥施用区間での明確な傾向は認められなかったが、化学肥料区に比べ、全体的にカリ含量が上昇する傾向にあった(第55表)。

このように、跡地土壌の状態では、確認出来なかったが、生ごみ処理物と牛ふんの混合割合の調整や他資材添加をして堆肥化することにより窒素無機化調整やカリ含有率を減少させ、成分バランス調整を行った堆肥製造を行える可能性が示された。

第54表 作物体の各養分吸収量

試験区名	結球部 (g/m <sup>2</sup> )					外葉部 (g/m <sup>2</sup> )					全体 (g/m <sup>2</sup> )				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
牛ふん50%区	11.7	4.3	15.9	4.2	1.7	10.7	3.2	13.4	25.5	4.2	22.4	7.5	29.3	29.7	5.9
牛ふん30%区	13.1	4.9	17.5	4.4	1.8	10.8	3.8	15.4	15.8	3.1	24.0	8.7	32.9	20.2	4.8
牛ふん+生ごみ50%区	12.7	4.3	15.2	4.0	1.7	11.2	3.7	16.0	19.2	3.7	24.0	8.0	31.2	23.3	5.4
牛ふん+生ごみ30%区	11.9	4.5	16.4	4.0	1.6	10.7	3.7	15.8	13.9	2.9	22.5	8.2	32.2	17.9	4.5
牛ふん+生ごみ+油30%区	9.4	3.8	13.3	3.0	1.3	9.0	3.3	13.5	13.7	2.7	18.4	7.1	26.8	16.7	4.0
化学肥料区	13.7	3.9	15.5	4.2	1.7	12.6	2.8	12.5	29.4	4.4	26.3	6.7	28.0	33.6	6.1
慣行区	13.6	4.4	17.1	4.6	1.8	13.5	3.9	16.5	20.8	3.6	27.1	8.2	33.6	25.4	5.4

第55表 土壌の化学性の変化

試験区名	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (dS/m)	T-N (%)	T-C (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	交換性塩基(mg)				CEC (meq)	塩基飽和度(%)			
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	合計
牛ふん50%区	6.5	0.10	0.3	4.0	0.9	10.0	568	107	145	10	41.3	49.0	12.8	7.4	69.3
牛ふん30%区	6.3	0.15	0.3	4.2	1.1	12.6	519	103	160	11	39.5	46.9	12.9	8.6	68.4
牛ふん+生ごみ50%区	6.3	0.13	0.3	4.2	1.0	14.0	576	114	159	11	41.0	50.0	13.8	8.2	72.0
牛ふん+生ごみ30%区	6.3	0.12	0.3	4.2	0.9	17.3	525	105	167	12	40.7	46.0	12.8	8.7	67.6
牛ふん+生ごみ+油30%区	6.3	0.13	0.3	4.2	1.2	14.9	514	102	161	11	39.8	46.0	12.7	8.6	67.3
化学肥料区	6.2	0.13	0.3	4.1	1.4	10.4	531	97	130	6	39.1	48.4	12.3	7.1	67.7
慣行区	6.3	0.13	0.3	4.2	1.2	16.7	530	102	163	9	40.4	46.8	12.5	8.5	67.8
栽培前土壌(土壌改良前)	6.2	0.11	0.3	4.1	1.7	9.6	521	94	126	5	39.2	47.4	12.0	6.8	66.2

(NO<sub>3</sub>-N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、交換性塩基、CECは乾土100g当たり)

## (4) まとめ

前項までその成分特性について調査を行った牛ふんと生ごみ処理物を混合した堆肥製造法について検討した。

牛ふん、生ごみ処理物(3:1(重量比))を混合して堆肥化試験を行ったところ、生ごみと他資材との混合によって、良好な堆肥化処理を行うことができた。温度上昇が大きかったため、含水率の低下が著しく、繰り返し毎に適宜水添加を行う必要があったが、堆肥化と同時に油脂分も分解除去することができた。

また、生ごみ処理物の添加により、堆肥化過程のpHが低下するため、アンモニア臭気抑制にも効果がみられ、pH変化は油脂添加量の多い区で低く推移する傾向にあった。

以上のように、生ごみ処理物に牛ふん等の副資材を混合堆肥化することにより、油脂含有率に関わらず、良好堆肥化処理が可能になったことが明らかになった。宮崎ら(1995a 1995b)は、密閉型強制発酵機による牛ふんの発酵試験において、

廃食用油、白土添加の効果を検討し、油脂分の添加により、良好な温度上昇が得られたとしており、これは、本試験結果と一致する。

以上のことから、油脂分の存在は、堆肥化処理の障害にはならず、堆肥化処理によって生ごみ処理物の分解は良好に進行し、同時に、油脂分は比較的容易に分解され、堆肥品温の上昇に寄与することが明らかになった。

また、生ごみ処理物の添加により、良好な温度上昇が得られたが、過度な温度上昇は、水分の蒸散量が多くなるため、堆肥化の適正水分状態を維持するには不利である。しかし、病原菌の殺菌などの衛生面からは、堆肥化処理時では、通気付堆肥化装置利用で65℃2日間(55℃10日間)、通気無堆積処理で65℃10日間(有機性汚泥の緑農地利用委員会 1996)の処理が必要とされているため、生ごみ処理物の添加により、良好な温度上昇が得られ、高温維持が容易となったことは、衛生面よりは、優位と考えられた。

このように、生ごみ処理物、牛ふんの混合堆

肥化の油脂分の除去、衛生面などでの有意性を示すことができた。

また、堆肥化試験において得られた生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化物の特性を成分分析、栽培試験により検討したところ、生ごみ処理物の添加によりリン酸、カリ含有率が減少する傾向にあった。また、窒素無機化傾向は、4週目～8週目で無機化量は生ごみ処理物混合区の方が大きかったが、初期の無機態窒素量が牛ふん区で高かったため、8週間目の無機態窒素量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油少量区>牛ふん生ごみ処理物油中量区>牛ふん生ごみ処理物油多量区となった。

コマツナポット栽培試験では、初期の発芽率低下は認められなかったが、この要因は、前述のように牛ふん生ごみ処理物混合堆肥化時の有機化により、初期の無機態窒素量が減少し、一定期間経過後の無機態窒素量が少なくなったためと考えられた。

また、基肥窒素施肥量の50%を堆肥で代替施用し、キャベツ(露地 2001/9/18～2002/1/15)栽培を行ったところ、生ごみ処理物混合堆肥施用区では、カリ施用量を牛ふん単独堆肥施用区と比較し、少なくすることができた。

また、牛ふん生ごみ処理物混合堆肥施用区で化学肥料区と同等以上の収量が得られた。しかし、収量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油脂少量区>牛ふん生ごみ処理物油脂多量区の傾向にあった。

この収量低下は、堆肥化時の有機化による無機態窒素の減少による窒素成分無機化の遅延にあると考えられた。

以上の結果から、生ごみ処理物と牛ふんの混合割合の調整や他資材添加をして堆肥化することにより窒素無機化調整やカリ含有率を減少させ、成分バランス調整を行った高品質堆肥の製造を行える可能性が示された。

## 6. 生ごみ処理装置の圃場残さ処理への応用

### (1) はじめに

三浦地域は、神奈川県内でも有数の野菜産地であり、主に冬期は、ダイコン、キャベツ、夏期は、スイカ、メロン、カボチャ等の重量野菜が生産されているが(関東農政局神奈川統計情報事務所 2000)、近年、生産過程で排出される圃場残さの処理が問題となっている。県内から年間排出される残さは、12万トン(藤原 1997)と推定されており、年間の排出量としては、生ごみや家畜ふんの排出量(藤原 2001a)(神奈川県環境整備課 1999)におよばないが、一定期間に大量に排出され、含水率が非常に高いため、単独での処理が困難であり、その適正処理法が求められている(藤原 1997)。

本試験では、圃場から排出される圃場残さ(主に三浦地域のダイコン、キャベツ屑)処理への生ごみ処理装置の利用および処理物の特性について検討した。

### (2) 材料および方法

ア. 家庭用生ごみ処理装置を用いた圃場残さ処理のモデル試験

(ア) 供試材料：キャベツ結球部

(イ) 試験装置：生ごみ処理装置(微生物分解型、3.5kg/日処理型)

(ウ) 充てん菌床：

試験区1：おが屑 16L、試験区2：おが屑8L+剪定屑堆肥8L混合物、試験区3：おが屑8L

(エ) 試験期間：1998年5月1日～5月22日(22日間)

(オ) 試験方法：各菌床を装置内に含水率50%に調整し、充てんした。試験開始後0, 5, 10, 14日目にそれぞれ、供試材料10, 15, 10, 10kgを投入し、合計4回45kgの投入をおこない、試験期間中の装置槽内処理物の状態変化を調査した。

(カ) 調査項目：

7) 装置槽内処理物重量変化

4) 装置槽内処理物含水率変化(山口ら 2000)：105℃加熱乾燥法



ウ)装置槽内処理物pH(山口ら 2000)：槽内より採取した試料5gにイオン交換水50mlを加え、30分振とう後測定した。

エ)処理物全炭素全窒素含有率：全炭素窒素自動分析計(住化NCアナライザー NC-800)で測定。

オ)処理物無機成分値(P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)：湿式灰化後、ICP発光分光分析装置(バリアン Vista AX)で測定。

カ)処理物無機態窒素含有量：定法(山口ら 2000)により、振とう抽出をおこない、乾燥ろ過後、オートアナライザー(プランルーベ)で無機態窒素含有量( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ )の測定を行った。

イ. 圃場残さ処理物を用いた栽培試験

イ-① ポット栽培試験(コマツナ)

(ア)供試材料：処理物1~3

(前モデル試験の試験区1~3による処理物(22日間経過時)をそれぞれ処理物1~3とした。)

(イ)試験規模：1/5000 a ワグネルポット

(ウ)栽培方法：淡色黒ボク土(土性CL)2.5kg(風乾物)に各サンプル窒素2g相当量を混合し、ワグネルポット内に充てんした。

これにコマツナ‘みすぎ’50粒播種し、1週間後に発芽調査をおこない、再度播種をおこなった。

その1週間後、第2回の発芽調査及び間引きをおこない、5株とし、約1ヶ月半後に収量調査をおこなった。栽培試験は、第1作1998年11月6日~12月22日、第2作1998年12月22日~1999年2月3日で連続して合計2作おこなった。

イ-② 圃場栽培試験

(ア)供試材料：処理物2(おが屑8L+剪定屑堆肥8L混合物区)

(イ)試験圃場：神奈川県農業総合研究所内露地圃場(腐植質黒ボク土、土性(L))

(ウ)試験区：1区3.5m<sup>2</sup>(1m×3.5m)(2連)

処理物2kgm<sup>-2</sup>及び磷加安42号(N14-P14-K14)N15g/m<sup>2</sup>を施用し、ダイコン、ハウレンソウの栽培を行った。

対照区は磷加安42号(N14-P14-K14)N15g/m<sup>2</sup>施用区とした。

また、処理物の施用はダイコン作付前のみ行い、

化学肥料については各作毎に施用を行った。

エ. 栽培体系：ダイコン‘耐病総太り’

1999年9月13日播種、11月25日収穫(畝間60cm×株間30cm)20株/区

ハウレンソウ‘リード’

1999年12月21日播種、2000年3月22日収穫(3条播)

(3) 事業系生ごみ処理装置を用いた実用化試験(ア)供試材料：キャベツ収穫残さ(外葉部、根部等)、ダイコン規格外品及び調整残さ(神奈川県農業総合研究所内)

(イ)試験装置：生ごみ処理装置(微生物分解型、50kg/日処理型)

(ウ)試験菌床：剪定屑堆肥

(エ)試験期間：2000年11月23日~12月19日

(オ)試験方法：最初に含水率約50%の菌床として剪定屑堆肥を乾物重で約200kg装置内に充てんした。これに供試材料の残さの投入を第56表のとおり行い、試験期間中の装置槽内処理物の状態変化を調査した。

第56表 装置への圃場残さ投入量の推移

月 日	経過 日数	種類	投入量 (kg)
11月26日	4	ダイコン	50
11月27日	5	ダイコン	100
11月30日	8	ダイコン	120
12月3日	11	ダイコン	50
12月5日	13	キャベツ	50
12月6日	14	キャベツ	50
12月8日	16	キャベツ	100
12月9日	17	キャベツ	50
12月10日	18	キャベツ	100
12月12日	20	ダイコン	50
12月13日	21	ダイコン	100

カ. 測定項目：

ア)装置槽内処理物重量変化

イ)装置槽内処理物含水率変化(山口ら 2000)：105℃加熱乾燥法

ウ)装置槽内処理物温度変化

エ)装置槽内処理物pH, EC(山口ら 2000)：槽内より採取した試料5gにイオン交換水50mlを加え、

30分振とう後測定した。

わ)消費電力量：積算電力量計により測定。

か)発生二酸化炭素濃度：二酸化炭素濃度計(理研計器(株)RI-221)で測定。

(3) 結果および考察

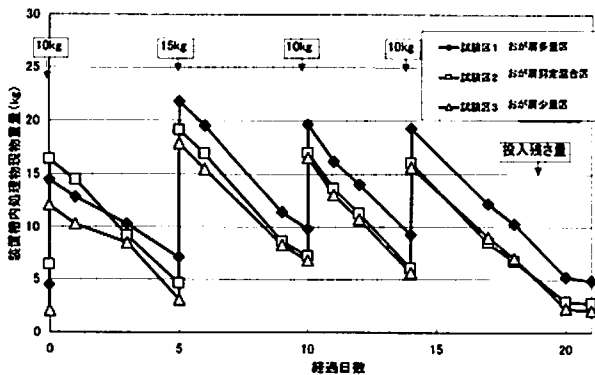
ア. 家庭用生ごみ処理装置を用いた圃場残さ処理のモデル試験

圃場残さの効率的処理方法を検討するため、既存の家庭用生ごみ処理装置を用い、キャベツ残さの処理試験をおこなった。

その結果、全試験区とも供試材料投入後数時間で軟化し、減容、減量した(第127図)。装置槽内処理物pHは、すべての試験区で上昇し、最終的には、全試験区で8以上となった。

低下し(第128図)、pHも上昇した(第129図)。また、乾物重量では、投入後、初期重量以下まで減量しており、(第130図)における0日目から14日目(残さ投入前)までの乾物重量の変化から算出した投入残さの乾物重量に対する乾物減少率は、試験区2が109%であったのに対して、試験区1, 3では、各々88%, 81%と試験区2で最も大きかった。このため、試験区2で最も分解が良好に進んだと考えられる。

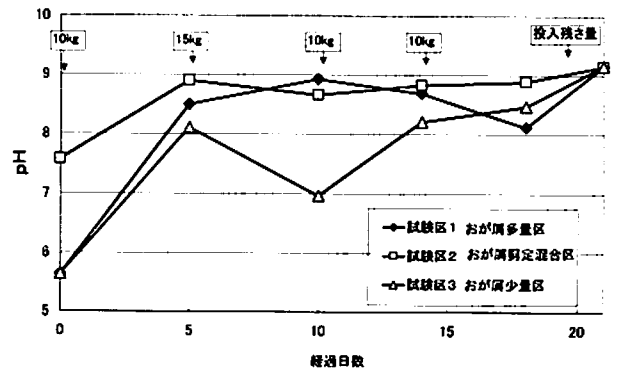
以上のように、剪定屑堆肥を混合した試験区2の菌床で良好な結果が得られた。このため、剪定屑堆肥を用いた菌床を使用することにより、既存の生ごみ処理装置で圃場残さの減容化処理が効率的に行えると考えられた。



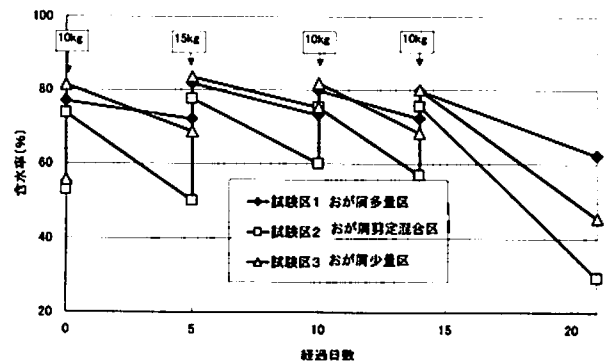
第127図 キャベツ残さ処理時の槽内処理物の現物重量変化

15kgの投入(5日目)をおこなった場合、試験区1, 3では、次回の投入時(10日目)で含水率が上昇しており(第128図)、特に、試験区3では、試験区1, 2と比較し、pHが低下した(第129図)。これは、含水率が高かったため、嫌気的条件下で推移したこと、菌床に対する残さの投入量が多かったことにより、残さの分解過程で生成した有機酸等の酸性物質が集積したためと考えられる(藤田ら 1985)(内村・岡田 1992)。

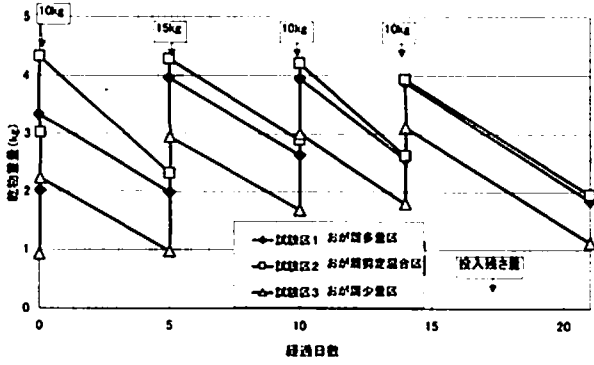
これに対し、試験区2では、含水率が速やかに



第128図 キャベツ残さ処理時の槽内処理物pH変化



第129図 キャベツ残さ処理時の槽内処理物含水率変化



第130図 キャベツ残さ処理時の槽内処理物乾物重量変化

また、剪定屑堆肥は、近年自治体(横浜市など)で製造が推進されており(有機質資源化推進会議 1997b)、処理基材(菌床)として適すると考えられる。

残さ処理物の成分分析の結果を第57表に示したが、主要成分含有率は、窒素、リン酸と比べ、カリウムが高かった。

また、無機態窒素含有量の測定をおこなった結果を第58表に示したが、4週間培養後で処理物の10~20%程度の窒素が無機態として存在しており、処理物3で最も高かった。処理物1~3での差は、菌床の違い及び菌床と残さ投入量の比によるものと考えられる。

イ. 圃場残さ処理物を用いた栽培試験

生ごみ処理装置で得られた残さ処理物の肥料効果を検討した。

発芽調査の結果を第59表に示した。処理物1, 2では、第1作から発芽率は高かったのに対し、処理物3では、第1作目の発芽率が20.7%と非常に低く、第2作でも78.7%で若干低めであった。また、収量調査の結果を第60表に示した。処理物1, 2の生育量は、第1作>第2作で、処理物1は、2作合計の収量で化学肥料N0.5g/pot施用区とほぼ同等な収量が得られた。処理物2では、第1作目で、化学肥料N1.0g/pot施用区より収量が多かった。また、処理物3は2作合計では、収量が化学肥料N1.0g/pot施用区を上回っており、前述のビン培養では、窒素無機化量も多かったが、第1作目では、低い値を示した。これは、処理時の菌床に対する投入残さの割合が多くかつ含水率が高く推移し、嫌気状態にあったため、有機酸等が生成し(藤田ら 1985, 内村・岡田 1992)、コマツナの生育に影響を与えたと考えられた。

第58表 残さ処理物中の全窒素量に対する無機態窒素の割合の変化

時期	無機態窒素割合					
	初期(培養前)			培養後(4週間後)		
項目	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	合計	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	合計
処理物1	3.8	0.0	3.8	0.0	20.2	20.2
処理物2	0.2	0.0	0.2	0.0	12.4	12.4
処理物3	2.2	2.0	4.2	0.0	26.6	26.6

全窒素含有率に対する割合(%)

第57表 キャベツ処理物の内容成分値

供試材料名	TN	TC	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Fe	(乾物当たり)			
	(%)			(%)						Zn	Mn	Cu	
											(mgkg <sup>-1</sup> )		
菌床	おが屑	0.1	51.3	476	0.03	0.2	0.2	0.04	0.1	0.02	7	16	0
	剪定屑堆肥	1.6	32.6	20.6	0.5	1.1	3.7	1.2	0.1	2.9	165	614	78
	処理物1	1.8	44.6	24.6	2.4	5.5	1.6	0.7	0.1	0.1	53	59	5
	処理物2	2.3	37.2	16.2	1.8	4.9	2.9	1.2	0.1	1.9	132	414	48
	処理物3	2.8	43.8	15.6	2.9	7.5	1.7	0.8	0.1	0.1	63	60	5

第59表 残さ処理物施用時のコマツ発芽率の変化

供試資材名	第1回播種	第2回播種
処理物1	93.3	92.0
処理物2	91.0	86.0
処理物3	20.7	78.7
化学肥料 N 1.0g/pot施用区	92.7	94.7
化学肥料 N 0.5g/pot施用区	94.7	92.0
無肥料区	95.3	97.3 (%)
第1回播種	10/30 調査	11/6
第2回播種	11/6 調査	11/13

第60表 残さ処理物施用時のコマツ収量の変化

供試資材名	第1作	第2作	合計
処理物1	57.1 ±5.2	37.7 ±7.5	94.8
処理物2	66.8 ±2.7	21.1 ±2.2	87.9
処理物3	44.6 ±1.1	79.7 ±4.9	124.3
化学肥料 N 1.0g/pot施用区	62.0 ±7.6	54.5 ±15.3	116.5
化学肥料 N 0.5g/pot施用区	61.2 ±2.0	37.8 ±4.1	99.0
無肥料区	4.8 ±0.6	1.6 ±0.1	6.4
ポットあたりの生体重(g×5個体)			

また、圃場試験では、生ごみ処理装置での処理が良好であった処理物2について圃場試験を行ったところ、施用後第1作目のダイコンでは、化学肥料単用区との間に差は認められなかった(第61表)が、ホウレンソウでは化学肥料単用区と比べ収量は多くなった(第62表)。

これは、ダイコン栽培期間が秋～冬の低温期で畑土壌中における有機物の分解に数ヶ月かかり、第1作では、窒素成分の無機化発現が少なかったのに対し、第2作目のホウレンソウでは、気温の上昇とともに窒素成分の無機化が進行したためと考えられる。

以上のことから、残さの分解が良好に進んでいる場合、処理物は堆肥としての利用が可能と考えられる。しかし、成分的に処理物は、カリウム含有量が高くなる傾向にあることから、利

用にあたっては、カリウム含有量の低い他資材との併用が必要と考えられる。

第61表 残さ処理物施用時のダイコンの生育状況

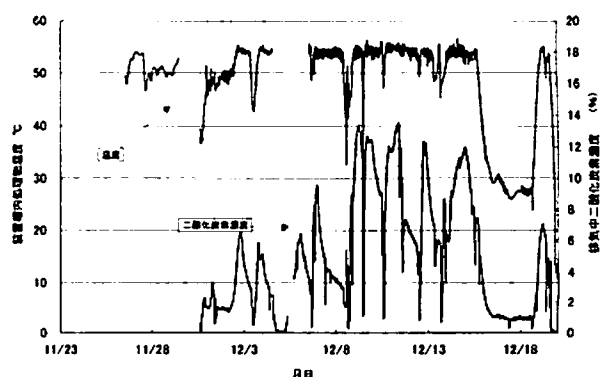
試験区	平均根重(kg)	平均根長(cm)
処理物施用区	1.61 ±0.32	39.5 ±4.3
対照区	1.58 ±0.29	39.7 ±3.6

第62表 残さ処理物施用時のホウレンソウの生育状況

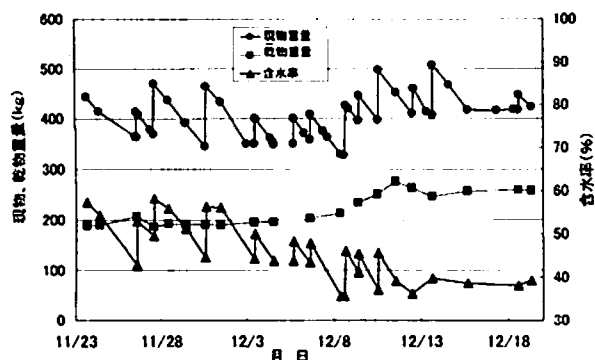
試験区	収量(g/m <sup>2</sup> )(比)
処理物施用区	2,350 ( 138 )
対照区	1,705 ( 100 )

用、事業系生ごみ処理装置を用いた実用化試験生ごみ処理装置を用いた圃場残さ処理を検討した。処理装置への投入は、第56表に示した日程、重量で行った。キャベツ外葉、根部分等、ダイコン調整残さ、規格外品等を投入したが、すべてそのままの形態で投入処理が可能であった。

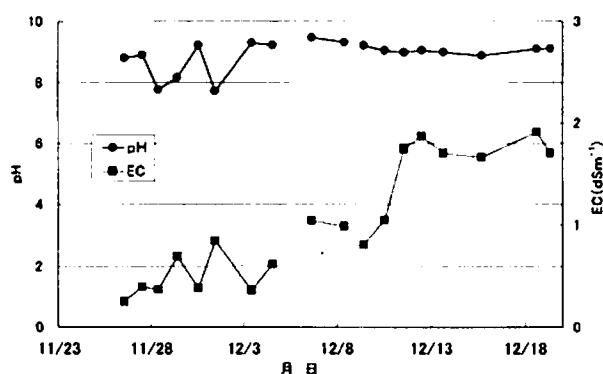
温度は、投入時に若干の低下はあったが、加温により約55℃に維持されていた(第131図)。また、含水率は、初期50%前後で運転し、後期は菌床の吸水性の劣化が認められたため、40%程度で維持した(第132図)。



第131図 生ごみ処理装置運転時の槽内温度と発生二酸化炭素濃度の変化



第132図 処理装置運転時の槽内重量, 含水率の変化



第133図 処理装置運転時のpH, ECの変化

現物重量は、乾燥、分解により初期重量を維持し、後期に若干上昇する傾向にあった。乾燥重量も同様に、初期重量を維持し、後期に若干上昇する傾向にあった(第132図)。

pHは初期若干低下したが、それ以降は、約9以上を維持した。ECは、0.5(dS/m)から2.0(dS/m)程度に上昇した(第133図)。これは、分解の進行にともない、アンモニウムイオンが生成したこと、分解の進行により無機成分が集積したことが要因として考えられた。

CO<sub>2</sub>発生は、前半6%程度で推移し、後半上昇し、高く安定し、最高14%となった。

また、CO<sub>2</sub>発生は投入時上昇するが、投入前までに低下した。これは、次の残さ投入前までに菌床の含水率が低下したためと考えられた(第131図)。

このように、乾燥重量も増加せず、CO<sub>2</sub>発生も

多かったこと、装置槽内処理物pHは、8~9の高く推移したことから、圃場残さの分解は、良好に分解がおこなわれていたと考えられる。

また、消費電力量は残さ投入を行った場合、投入を行わない場合と比べ、90kw/日から70kw/日と軽減された。これは、圃場残さの分解によって生じる発酵熱の槽内処理物温度上昇への寄与によるものと考えられる。

#### (4) まとめ

事業系生ごみ処理装置を用い、圃場から排出される野菜屑の実証的処理試験をおこなった結果、残さは、すべてそのままの形態で投入処理が可能であり、既存装置により効率的な圃場残さ処理が可能と考えられる。

また、ダイコン、キャベツのように含水率の高い材料の場合、水分の蒸散を促進させることが重要であるが、本試験より、発酵熱の蒸散への寄与により、消費電力の軽減効果が認められた。今後、装置の断熱性の改善などにより発酵熱のより効率的な活用が行える装置の開発が必要と考えられる。

しかし、処理物の成分含量は、カリウム含有量が高くなる傾向にあった。このため、資材の発酵熱による蒸散の促進、処理物の成分バランス調整の両面から考えた場合、米ぬか等の窒素、リン酸が高く、カロリーを多く含む材料を処理時に混合することで、蒸散の促進、消費電力の軽減及び処理物無機成分バランス調整の両面の効果が期待できると考えられる。

## 7. 第4章総括(生ごみ処理物の農業利用法の検討)

第4章1項では、(ア)低pH高油脂含有生ごみ処理物、(イ)高pH低油脂含有生ごみ処理物についてノイバウエルポットでの植害試験を行ったところ、(イ)型の生ごみ処理物では堆肥化(好気性分解)が進行しており、生育阻害が認められなかったのに対し、(ア)型の生ごみ処理物では発芽阻害、生育不良が認められた。このため、生ごみ処理物の利用に際しては、このような特性を考慮した上で利用方法を決定することが必要であると考えられた。

第4章2項では、作物生育への影響が懸念されている生ごみ処理物に含まれる油脂分の影響について検討した。

生ごみ処理物では、油脂分の存在量により、処理物含有窒素成分の無機化傾向は異なり、油脂含有率が高い場合、油脂分による発芽障害や窒素成分の有機化及び無機化抑制により作物の初期生育に影響を与えると考えられた。また、生ごみ処理物の油脂含有率は今回供試した試料でも0~20%であり、試料により異なっていた。このため、処理物の油脂含有の有無を把握することは重要となると考えられた。

更に、有機物中の油脂含有率は、通常は、有機溶媒による抽出操作による測定を行っているため、その測定をおこなうことができる場所は非常に限定される。本研究においては、処理物pHが低いほど油脂含有率は多い傾向あり、pH7以上では、油脂分が極めて少ない傾向にあること、油脂含有の有無の簡易な判定手法として構築した油取り紙への処理物油分の浸とう度合いや処理物エタノール抽出液の水混合時の白濁度合いにより油脂含有率約5%以上の値の検出が可能であることを明らかにできた。このため、処理物pHと両簡易判定手法を用いることにより、処理物中の油脂分の有無が判定可能であり、本手法は、簡易に現地で油脂含有の確認をおこなうために有用と考えられた。

第4章3項では、神奈川県内及び近隣地域より

生ごみ処理物を収集し、その成分特性について調査した。

その結果、生ごみ処理物の主要成分値は、窒素成分がリン酸、カリと比較し、多い傾向にあること、塩分(ナトリウム含有率)については、作物生育に影響を与える可能性は低いと考えられること、また、銅、カドミウム等の重金属含有量は、家畜ふん堆肥等と比較しても低い値であることを明らかにし、生ごみ処理装置より得られる製品は、塩分、重金属の含有率は、従来の堆肥材料である家畜ふんと比較しても高くない、十分利用可能と考えられた。

また、成分値は装置の菌床の種類、容量や操作条件などの処理条件に依存している反面、同一の装置での成分値の経時的変動は比較的小さかったため、農業利用に際しては、同様な範囲の装置から処理物を収集し、処理物を混合均質化し、利用することにより、成分の安定した製品の安定供給が可能と考えられた。また、牛ふんなどの比較的安定して得られる他資材との混合することも量、品質を安定確保のためには有効と思われた。

また、成分バランスの面から考えた場合、生ごみ処理物は、リン酸、カリウム成分が少ない傾向にあるため、リン酸、カリ成分含量の多い材料と混合利用することにより成分バランスを調整した堆肥の製造が可能と考えられた。

生ごみの利用方法としては、牛ふん、剪定屑等の他の有機物と混合して堆肥化しての利用が各地の先進的事例で認められる(有機物資源化推進会議1997b)。本章では、低pH高油脂含有生ごみ処理物(菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が高く、分解状態が未熟で油分の残存も多い製品)の農業利用方法として、他の有機物の混合堆肥化処理法について検討した。

第4章4項では、生ごみ処理物との混合堆肥化の素材として神奈川県内で普及しているハウス乾燥処理によって堆肥製造をおこなっている酪農家を対象に牛ふん堆肥内容成分の調査を行い、その特性を検討した。

その結果、ハウス乾燥処理によって製造された牛ふん堆肥は、カリウム含有量が多い傾向にあるため、多量使用時には、堆肥含有のカリウム量を考慮し、元肥のカリウム施肥量を削減する必要があると考えられた。

第4章5項では、前項までその成分特性について調査を行った牛ふんと生ごみ処理物を混合した堆肥製造法について検討した。

牛ふん、生ごみ処理物(3:1(重量比))を混合して堆肥化試験を行ったところ、生ごみと他資材との混合によって、良好な堆肥化処理を行うことができた。温度上昇が大きかったため、含水率の低下が著しく、切り返し毎に適宜水添加を行う必要があったが、堆肥化と同時に油脂分も分解除去することができた。

また、生ごみ処理物の添加により、堆肥化過程のpHが低下するため、アンモニア臭気抑制にも効果がみられ、pH変化は油脂添加量の多い区で低く推移する傾向にあった。

以上のように、生ごみ処理物に牛ふん等の副資材を混合堆肥化することにより、油脂含有率に関わらず、良好堆肥化処理が可能なが明らかになった。

また、堆肥化試験において得られた生ごみ処理物牛ふん混合堆肥化物の特性を成分分析、栽培試験により検討した。

生ごみ処理物の添加によりリン酸、カリ含有率が減少する傾向にあった。

また、窒素無機化傾向は、4週目～8週目で無機化量は生ごみ処理物混合区の方が大きかったが、初期の無機態窒素量が牛ふん区で高かったため、8週間目の無機態窒素量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油少量区>牛ふん生ごみ処理物油中量区>牛ふん生ごみ処理物油多量区となった。

コマツナポット栽培試験では、初期の発芽率低下は認められなかったが、この要因は、前述のように牛ふん生ごみ処理物混合堆肥化時の有機化により、初期の無機態窒素量が減少し、一定期間経過後の無機態窒素量が少なくなったた

めと考えられた。

また、基肥窒素施肥量の50%を堆肥で代替施用し、キャベツ(露地 2001/9/18～2002/1/15)栽培を行ったところ、生ごみ処理物混合堆肥施用区では、カリ施用量を牛ふん単独堆肥施用区と比較し、少なくすることができた。

また、牛ふん生ごみ処理物混合堆肥施用区で化学肥料区と同等以上の収量が得られた。しかし、収量は、牛ふん区>牛ふん生ごみ処理物油脂少量区>牛ふん生ごみ処理物油脂多量区への傾向にあった。

この収量低下は、堆肥化時の有機化による無機態窒素の減少による窒素成分無機化の遅延にあると考えられた。

以上の結果から、生ごみ処理物と牛ふんの混合割合の調整や他資材添加をして堆肥化することにより窒素無機化調整やカリ含有率を減少させ、成分バランス調整を行った堆肥製造を行える可能性が示された。

第4章6項では、生ごみ処理装置の圃場残さ処理への利用を検討した。

その結果、残さは、すべてそのままの形態で投入処理が可能であり、既存装置により、効率的な圃場残さ処理が可能と考えられ、圃場残さ処理物は、堆肥材料として利用可能であったが、成分的には処理物は、カリウム含有量が高くなる傾向にあることから、利用には、カリウム含有量の低い他資材との併用が必要と考えられた。

以上の結果、神奈川県内で主要な有機性廃棄物である牛ふんや圃場残渣はカリ成分が他の成分に比べ、高い値を示すため、これらのみを堆肥材料として利用した場合、堆肥により供給される主要成分量はアンバランスになることが懸念された。

これに対して、生ごみ処理物は、前章で示したように、窒素成分に比べ、リン酸、カリ成分が低い値であるため、両者を組み合わせることにより、堆肥の成分アンバランスを矯正し、養分バランスの整った高品質堆肥製造の可能性が示唆された。

このため、牛ふんについて生ごみ処理物との混合堆肥化法を検討したところ、良好な堆肥化処理をおこなうことができ、堆肥化過程で油脂分も除去され、カリ含有量も相対的に低下したため、本法により、有機性廃棄物の組み合わせによる成分調整堆肥製造の可能性が示された。



## 第5章 総合考察

近年、廃棄物の処理問題が顕在化してきており、環境的側面からみた場合、廃棄物のリサイクルは、非常に重要な課題である。このため、各種の廃棄物の有効利用が求められている。神奈川県は、政令指定都市の横浜市、川崎市の他、横須賀市のような中核市もあり都市化が進行している。このため、都市部より排出される廃棄物の有効利用は重要な課題である。

一方、農業現場では、環境保全型農業の推進により、有機物(堆肥)の施用による土づくりが奨励されているため、廃棄物の中で3~4割と大きな割合を占める有機性廃棄物の農業利用の推進は、環境及び農業の両面から考えても有用な手段であると考えられる。

有機性廃棄物の中でも食品廃棄物は都市部に偏在していること、従来の堆肥材料であるイナワラ等と比較して特性が異なることなどからその有効利用が進んでいない状況にある。

以上のことから、本研究では神奈川県内で排出量が多く、その処理が問題となっている主要な食品廃棄物としておから、コーヒー粕、生ごみ(事業系、家庭系)の農業利用法について検討を行った。その結果を基に、食品廃棄物の農業利用について考察した。

### 1. 生ごみ処理物の特性分類と判定法

生ごみは、おから、コーヒー粕等と比較し、分散して発生するため、どのように収集分別するかが重要な課題である。

生ごみの堆肥化については、1980年代に可燃ごみを機械選別したものを材料としてコンポスト(堆肥)が製造され、松崎らによりその特性調査、栽培試験などが多岐に行われている。この中では、機械選別により、製造されたコンポストは、重金属含量が高いことが報告され、その要因として生ごみ以外の夾雑物に起因することが指摘されている。有機質資源化推進会議(1997b)、松崎ら(1985)は、この中で農業利用

の際の条件を考えた場合、プラスチックなどの夾雑物の混入は、1%以下に抑えることが必要としている。

このように、生ごみは排出時の分別状況が悪い場合、プラスチックなどの他の資材が混入し、製品の品質が悪化することが懸念されるため、生ごみの分別状態を良好に保つための十分な対策が必要である。

このため、生ごみを材料とした堆肥については、一部で先進的な地域での事例は認められる(有機質資源化推進会議 1997a)((財)外食産業総合調査研究センター 1999)が、大規模な農業利用の推進には至っていない。加えて、生ごみは、腐敗しやすく、貯留運搬時の悪臭の発生が問題となる(大迫・光田 1993b)ため、早期の衛生的な処理が必要となる。

生ごみ処理装置は生ごみの排出源での衛生的、効率的処理が可能となること、分別状態を良好に維持し易いことから、排出源での生ごみ処理装置による処理は良質な生ごみ堆肥製造のために有望視されていた。

このため、生ごみ処理装置は多数の企業から発売されているが、そのうちでも、微生物分解型生ごみ処理装置については、各装置によって処理方式が異なり、生成物(以降生ごみ処理物)の特性も異なる。これらの、多種多様な特性を持つ製品が生ごみ堆肥という一つのグループで表現され、生産利用されているのが現状である。

このように、生ごみ処理物では、明確な基準がないことから、使用現場での不安感が増加し、利用が増加しないため、装置の大々的な普及にいたっていないのが現状である。

このため、生ごみ処理物は、その特性を把握し、利用方法を決定することが必要となる。

そこで、本研究の第3章1項では、生ごみ処理装置の処理方式と生成物(生ごみ処理物)の特性の関係を検討した結果、生ごみ処理物は(ア)低pH高油脂含有の生ごみ処理物、(イ)高pH低油脂含有の生ごみ処理物の2種類に分類できた。

(ア)(イ)の生ごみ処理物についてノイバウエルポットでの植害試験を行ったところ、(イ)型の生ごみ処理物では堆肥化(好気性分解)が進行しており、生育阻害が認められなかったのに対し、(ア)型の生ごみ処理物では発芽阻害、生育不良が認められた。

現在、生ごみ処理装置の表示では、(ア)型のものが堆肥化型、(イ)型のものが消滅型と称されている。本研究の結果から(ア)型のものは堆肥化とはいえず、(イ)型を堆肥化型と称するのが適切であると考えられた。

このため、生ごみ処理物の利用に際しては、このような特性を考慮した上で利用方法を決定することが必要であり、(ア)型のような低pH高油脂含有の生ごみ処理物については、再度、堆肥化処理を行うことが必要となる。これに加えて、第4章2項では、油脂の作物生育への影響を調査した結果、発芽抑制、窒素成分の無機化抑制による生育抑制が認められた。このことから含有油脂分を把握することは、生ごみ処理物の特性を把握するのに重要であると考えられた。

以上のことから、第63表に生ごみ処理物の特性を判定するための基準を整理した。

このように、生ごみ処理物の特性は、製品pH及び油脂含有量を調査することによって判定可能である。この時、第4章1項で示した油脂含有の簡易判定手法を用いることによって現場での簡易な判定も可能である。

## 2. 生ごみ処理装置での効率的な好気分解(堆肥化)条件

本研究の結果から、生ごみ処理装置での生ご

みの好気性分解(堆肥化)の促進のための方策を以下のとおり整理した。

(1)効率的な生ごみ分解のためには、より菌床容量の大きい装置で処理することが必要だが、装置の設置場所の面で問題がある。

(2)連続的に生ごみの投入を行った場合には、ECが上昇し、分解効率の低下が懸念されるため、定期的に菌床資材を更新することが必要である。

(3)この場合、菌床としては、効率的に生ごみ処理が可能で、処理後、堆肥としての利用に適する資材を選択することが必要である。

(4)米飯類が多量投入された場合、pH低下が起りやすいため、菌床としては、pH緩衝能の高い資材の利用が適する。

このような生ごみ処理装置では、副資材を多く利用することになる。おが屑などの木質系資材を利用した場合、長期の堆積処理が必要となる。このため、第3章2項で示したようにパーク堆肥等のようにその後の農業利用を行いやすい資材を菌床として選択することが必要となる。

また、ここに示した条件に準じた形で装置を構成した場合、生ごみ投入量に対する菌床量が多くなるため、装置サイズが大きくなり、設置スペース大きくなる。また、活発な分解が生じる場合、臭気の発生の増加も懸念される。

このため、生ごみの効率的な好気分解処理(堆肥化処理)のためには、上記のような菌床資材を多く使用した容量の大きい生ごみ処理装置が適するが、装置の大型化に伴う設置運転面でのマイナス因子も考えられるため、装置の選択は、生ごみリサイクルシステム全体を考慮して検討することが必要であると考えられた。

第63表 生ごみ処理物の特性判定方法

試料名	pH	油脂含有率	特性	生育阻害
生ごみ処理物(ア)	低い(酸性)	高い	堆肥化処理が進行していない。 堆肥化処理が必要	有
生ごみ処理物(イ)	高い(塩基性)	低い	堆肥化処理が進行している。	無

### 3. 有機性廃棄物の混合堆肥化

おからコーヒー粕では、両者の混合により、それぞれの資材の単独堆肥化時の欠点を補った良好な堆肥製造が可能であり、両原材料が水系での抽出操作を経ているため、カリ成分の含有量が低い堆肥が得られた。

一方、生ごみでは、低pH高油脂含有の生ごみ処理物と牛ふんとの混合堆肥化処理について検討したところ、油脂含有率に関わらず、良好な堆肥化処理が可能であり、堆肥化と同時に油脂分も分解除去することができ、成分面からは、現在、主要な堆肥材料である牛ふんは、カリ成分が高い傾向にあるのに対し、生ごみ処理物の混合により、牛ふん堆肥で比較的高濃度であったカリ及びリン酸含有率等が減少させることができた。

第1章で述べたように、県内では、多肥傾向にある畑、施設畑を中心にリン酸、カリが過剰な畑が認められる。特に、施設栽培土壌は、近年の化学肥料や堆肥の過剰施用によりリン酸、カリが集積傾向にある(藤原ら 1996, 岩沢 1996, 藤原 2001b)。

第4章1項で示したように、土づくり資材として主として使われている牛ふん堆肥は、県内では、特にカリ成分が高い状況にある。また、上山ら(1995)が牛ふん堆肥の連用試験を行っており、牛ふん堆肥連用によるカリ含量の増加による塩基バランスの乱れが生じる可能性を報告している。このように、単一の材料で製造された堆肥を連用した場合、塩基バランス等の土壌環境の悪化が懸念される。

今回の研究で対象としたおから、コーヒー粕、生ごみは、現在の主要な堆肥材料である牛ふんがカリ成分が高い傾向にあるのに対して、逆の成分バランスを持つ資材であるため、これらの材料を中心に堆肥製造を行うことや牛ふんなどの材料と混合堆肥化を行うことは、土壌環境を適正に保ち、土づくりのための堆肥施用をおこなってゆくのに有用な手段となると考えられた。

複数材料の混合による堆肥の窒素肥効調節や

成分調整による堆肥の高品質化については家畜ふん同士の組み合わせ(畠中 2000a, 2000b, 2000c, 山田ら 2000)や下水汚泥と米ぬか、おが屑による組み合わせ(有機質資源化推進会議 1997b)、油かすと家畜糞の組み合わせ(松森・郡司掛 2002, 山本 2003)等でも試みられている。

大規模な都市部を抱える神奈川県では、堆肥の材料となり得る各種の有機性廃棄物が排出されている(神奈川県環境農政部農業振興課 2002, (財)労働科学研究所 1992)。県内の都市部から排出される主な有機性廃棄物は、オカラ、コーヒー粕、茶粕、剪定屑などが考えられる。この中でも、剪定枝葉は横浜市(有機質資源化推進会議 1997b)、鎌倉市(水島 1998)で堆肥製造が事業化されており、県内での発生量は、7.8万トン/年と推定されており、大きな割合を占めている(神奈川県環境農政部農業振興課 2002, (財)労働科学研究所 1992)。

これらの有機性廃棄物はそれぞれ異なった特性を持つため、地域特性に合わせ、複数の有機性廃棄物を混合して成分調整した堆肥を製造することによって土壌の養分状態や作目に適応した高品質堆肥を製造供給することが可能であり、土壌状態を良好に維持してゆくための有用な手段となると考えられた。

以上のことから、おから、コーヒー粕、生ごみ等の食品廃棄物は、複数の資材の混合堆肥化によって、環境保全型農業の推進(神奈川県環境農政部農業振興課 2001a)に寄与する有用な資材となることが示された。

### 4. 食品廃棄物のリサイクルシステム

食品廃棄物に関しては、含水率が高めであり、腐敗し易いという特性を持つ。このため、堆肥材料として利用するためには、これらの特性を考慮して、リサイクルシステムを構築することが必要である。

また、堆肥の利用促進のためには、品質、量の両面での安定供給が必要であるため、継続的

に安定した品質、量の堆肥を供給できるシステムの構築が必要である。本研究で得られた結果より想定されるリサイクルシステムの概要を以下に示した。

おからやコーヒー粕のような産業廃棄物では、生ごみと比べ比較的集中して排出される。このため、本技術の実用化を想定した場合は、腐りやすいおからの発生地点にプラントを設置し、比較的腐敗しにくいコーヒー粕を運搬することが好ましく、豆腐店が共同して堆肥化プラントを設置するなどおからの発生場所を考慮した対応策が好ましい。

これに対して、生ごみでは、前述のように非常に含水率が高く、腐敗し易い特性を持つ。このため、生ごみをそのまま収集し、利用する手法は、先進的な地域で行われているが、中小の市町村が中心であり、生ごみの分別、運搬などの面から大規模な都市での実行は難しいと考えられる。また、生ごみは、前述のように分散して排出され、排出される場所、処理方法により得られる製品の特性が異なることが想定される。

このため、第4章3項において生ごみ処理物の成分値の年間での変動を調査した結果、同一装置での成分値の変動は一般的な牛ふん堆肥などと同程度の値であったので、同様な装置から定期的に材料の収集を行うことによって、比較的安定した品質の製品供給が可能となる。

これら一次処理物を他の有機物と任意に混合することによって、土質、土壌状態、作目などの諸条件にあわせた良質堆肥の安定的供給が可能と考えられ、生ごみのリサイクルの推進に寄与するリサイクルシステムの構築が可能となる。

また、本研究において提案した手法では、装置を用いることでエネルギー消費をする一方、生ごみの運搬や処理等に伴う環境負荷が軽減されると考えられる。

今後、これらの情報を基に、LCAによる環境評価も含め、検討し、県内で実施可能な有機性廃棄物利用システムを構築することが必要である。

以上のことから、食品廃棄物は高水分であり、

腐敗し易いものが多いため、前述のような混合堆肥製造を行うには、生ごみで示したように処理装置を利用することや比較的集中して発生するもの(おから、コーヒー粕のような産業廃棄物)は腐敗し易いものの近くに施設設置を行う等の方法が有効と考えられた。

このように、有機性廃棄物の農業利用に際しては、材料の成分特性、量や地域などの排出特性、利用農地の状況(養分状態、作目)を考慮し、地域特性を生かした有機性廃棄物の有効利用システムを構築することが重要である。

## 5. 生ごみ混合堆肥の品質基準

生ごみを利用した堆肥については、その製法により特性が異なり、塩分、油脂分等の集積による品質への影響についても懸念がある。このため、その品質基準を明確することが必要である。

本研究では、第4章2項で、含有油脂の作物生育への影響を検討し、油の含有により、発芽阻害、窒素成分の有機化、無機化の抑制が生じた。また、第4章5～6項 生ごみ処理物の混合堆肥化試験では、油脂分は1%以下まで分解し、温度上昇に寄与することが明らかになった。また、第4章3項では、生ごみ処理物の肥料成分、重金属、塩分含有量の検討を行い、同一装置での肥料成分の変動は、牛ふん堆肥と同程度であること、通常の場合、重金属、塩分含有量は、問題の生じる値でないことなどを示した。

本研究で行ったこれらの結果を基に生ごみを混合した堆肥の品質基準を第64表に整理した。

生ごみ堆肥の品質基準については、全国食品リサイクル協会では、生ごみを原料に使った堆肥の品質についての自主基準の策定が行われている(全国食品リサイクル協会 2003)。この中でも今回示したものと類似した基準が示されている。このことから本研究の結果が支持された。

以上のように生ごみを混合した堆肥の品質基準を示すことができた。

第64表 生ごみ混合堆肥の品質基準

項目	影響及び対策
通常の堆肥で示されている事項	他の材料の堆肥と同様にクリアすることが必要
pH	7以上(アルカリ性域)
含有油分	1%以内 残存している場合、発芽阻害、窒素成分の有機化等が生じる。 堆肥化が終了していれば1%以下となる。 pH及び簡易判定法により判定可能
塩分	通常の材料では使用可能範囲内 許容限界はNaCl 5%以内 (1回の使用の場合であり、運用条件では更に低い値であることが必要となる)
夾雑物	1%以内
肥料成分	肥料取締法に基づく成分表示
重金属含有量	肥料取締法のおいで肥料の基準はクリアする。
成分の安定性	一定の場所からの収集

1) 副資材比率が多い時は、副資材の材料特性を考慮することが必要。

2) 塩分、重金属含有量については、通常問題の無いレベルの値であるが、含有量の高いと思われる材料を用いた場合は、注意が必要である。

## 6. 有機性廃棄物利用による環境負荷軽減効果

環境保全型農業では、有機物(堆肥)の施用による土づくりの推進と同時に有機物の養分の有効利用による化学肥料の使用量の30%削減が目標として定められている(神奈川県環境農政部農業振興課 2001a)。

また、神奈川県の施肥基準(神奈川県環境農政部農業振興課 2001b)においては、堆肥成分含有率、有効化率から有効成分量(利用可能な成分量)を算出し、堆肥から供給される養分量を把握加味し、施肥量を決定することが推奨されている。

本研究では、生ごみ処理物牛ふん混合堆肥、おからコーヒ粕混合堆肥の施用により、化学肥料区と同等もしくは上回る収量を得られることが確認された。このことから、第4章5項で行った生ごみ処理物牛ふん混合堆肥施用試験の結果及び神奈川県内の化学肥料の販売数量(神奈川県肥飼料検査所 2004)、神奈川県の未利用資源農業利用推進計画(神奈川県環境農政部農業振興課 2002)の生ごみの目標リサイクル率を

基に、有機性廃棄物を用いた堆肥の利用による化学肥料使用量削減の可能性について検討した。

神奈川県未利用資源農業利用推進計画で設定されている生ごみの目標リサイクル率(事業系生ごみ8%、家庭系生ごみ0.2%)に相当する生ごみを本法で農業利用した場合の窒素成分供給量を試算したところ、670トン/年相当であった。これは、神奈川県内の化学肥料販売数量から推定した化学肥料として施肥されている窒素成分量3235トン/年の約21%に相当する。このため、本法により食品廃棄物の農業利用が促進されれば、廃棄物の減量化、堆肥施用による土づくりの推進への貢献に加え、化学肥料使用量の削減の面からも有効な手段となることが明らかとなった。

有機性廃棄物の農業利用には、有機物施用による土壌環境の改善効果に加え、含有成分による肥料効果などが期待されている。このため、生ごみ農業利用の手法としては、堆肥化の他に有機質肥料としての利用も想定され、生ごみの肥料化利用については、後藤が、生ごみのリン、カリの少ない特性を利用し、生ごみ乾燥物

に尿素を加えた生ごみ肥料を作成し、リン、カリの過剰な土壤に施用し、その有用性を確認している(後藤 2001)。

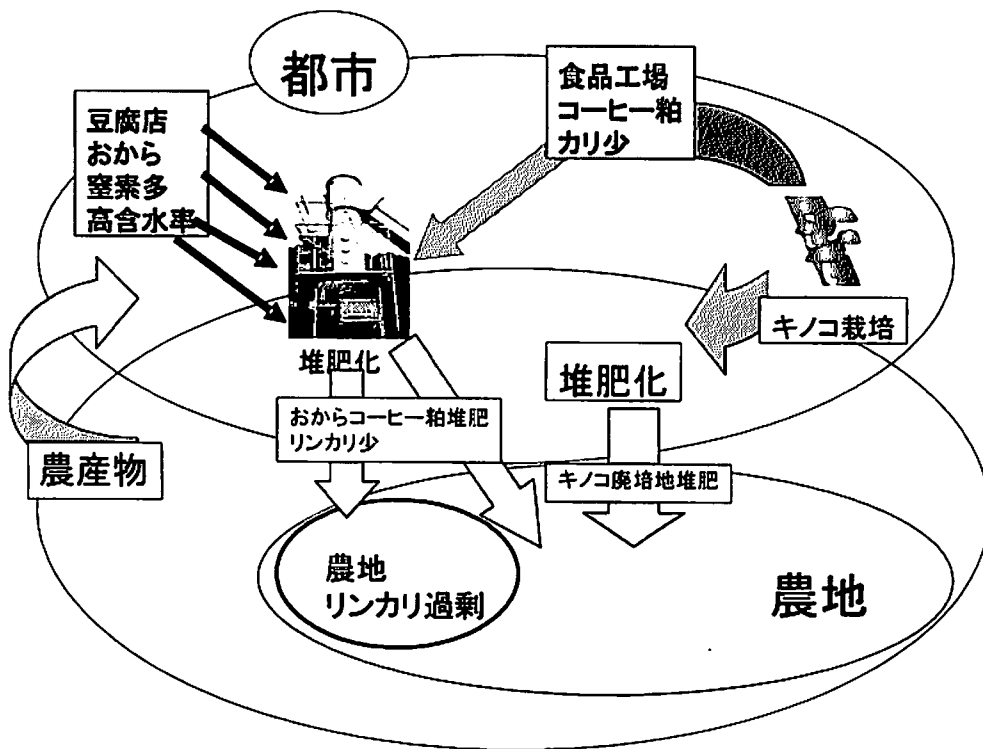
生ごみの農業利用については、堆肥、有機質肥料の需要の有無等の地域状況、排出者の処理状況を考慮し、手法を選択し、本法を生ごみの有機質肥料化(後藤らの生ごみ肥料(みどりくんなど))と併用してゆくことにより、より食品廃棄物の有効活用が促進されてゆくと考えられる。

## 7. まとめ

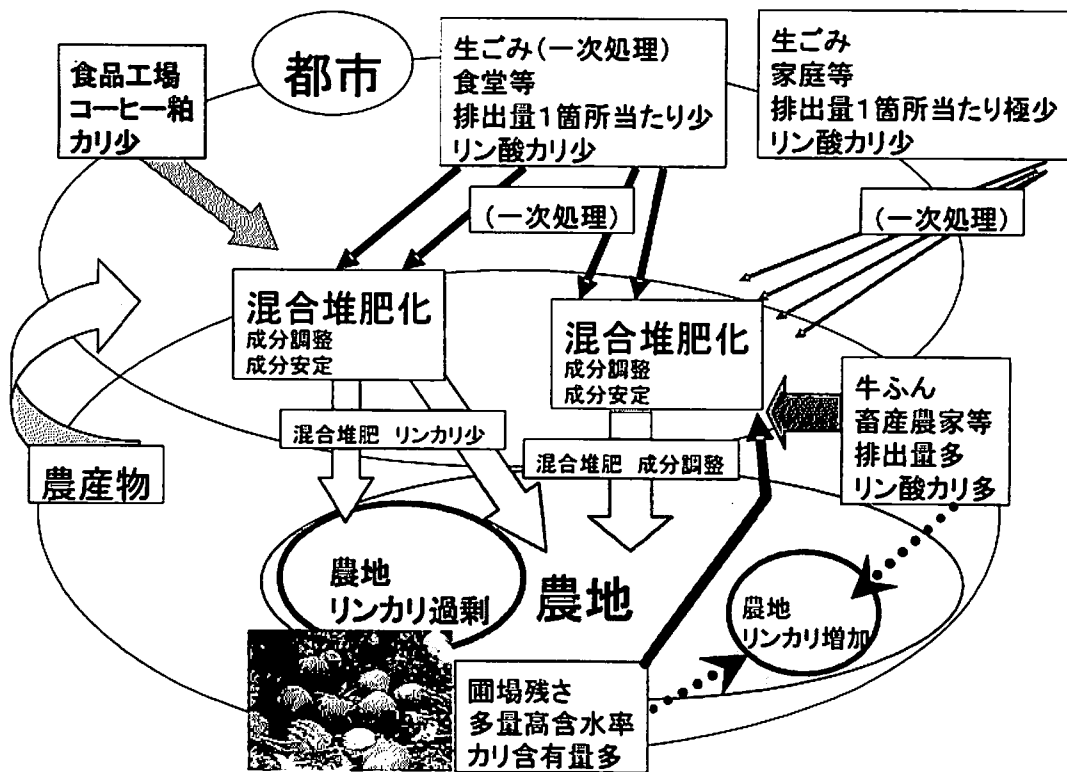
神奈川県は、横浜市や川崎市などの大都市を持ち都市化が進んでいるため、都市部と農地が密接な位置関係にある。このような都市近郊農業の運営には、生産現場と消費者の連携の緊密化、地場産野菜の消費拡大は重要な課題であり、神奈川県では、かながわブランド(神奈川県環境農政部 2003)を設定して地産地消を推進している。

そこで、本研究で提言したように都市から発生する食品廃棄物の堆肥としての有効利用を推進し、地域での循環型農業システムを構築することは、都市近郊での農業では、生産現場と消費者の連携の緊密化、地場産野菜の消費拡大を通じて都市近郊農業の振興に寄与する有効な手段となると考えられた。

本研究では、県内の代表的な食品廃棄物であるおから、コーヒー粕、生ごみの堆肥化技術について検討したが、これらの技術が確立されたことにより、都市農業の展開に有益な技術を提供することができた。



第134図 研究内容からの事例想定(おからコーヒー粕)



第135図 研究内容からの事例想定(生ごみ)

## 論文内容の要旨

### 1. 背景

農業分野でも営農活動の環境への影響が重要視されており、「食料・農業・農村基本法」では、環境保全型農業の推進が位置付けられた。環境保全型農業では、天敵などの利用による減農薬栽培と同時に、減化学肥料栽培及び有機質資材の有効利用による土づくりの推進、地力の維持、増進などが提唱されており、未利用の有機質資源（有機性廃棄物）の堆肥化や肥料化によるリサイクル技術の開発が環境保全型農業推進における重要な要素の一つとなる。

一方、近年最終処分場の不足やダイオキシン問題などによって、焼却を主とした廃棄物処理が困難となっており、有機性廃棄物については、最終処分量の減量化の観点からも肥料や飼料としての有効利用が求められている。このため、有機性廃棄物の有効利用は、環境面では廃棄物の減量、環境への負荷の軽減、一方、農業面では土壌改良資材や肥料の農地への供給と両面より有効な手段となる。

大都市を抱える神奈川県では都市部から排出される廃棄物の有効利用が重要な課題であるが、食品廃棄物のリサイクル率は10%に満たない状況で、その中でも一般廃棄物に属する生ごみのリサイクル率は、0.3%に過ぎない。その要因としては、廃棄物の発生が都市部に偏在していること、食品廃棄物の特性が家畜ふんや汚泥など従来の堆肥材料と異なることなどがある。

本研究では、食品廃棄物の堆肥化による農業利用を前提として、神奈川県内で食品廃棄物の適正な農業利用を促進し、その利用指針を明らかにする目的で、県内で大量に発生する食品廃棄物であるおから、コーヒー粕、生ごみを対象として、それらの特性、堆肥化条件、農業利用方法について研究を行ったものである。

本研究により得られた成果の概要は以下のとおりである。

### 2. おから、コーヒー粕の農業利用法の検討

#### 2-1. おからコーヒー粕の混合堆肥化法の開発

神奈川県内で大量に発生する豆腐粕（以下、おから）、コーヒー粕について、それぞれ縦型堆肥化装置による単独堆肥化を試みた結果、おからについては肥料効果に優れる堆肥が得られた。しかし、製品の歩留まりが29%と悪いこと、原料の含水率が約80%と高いこと、堆肥化過程でアンモニアガスの揮散が激しく、悪臭が著しいなどの問題があった。一方、コーヒー粕については、通気性に優れ、窒素成分の揮散も少ないため臭気の発生も少なく、堆肥化資材として優れていたが、通常の数ヶ月の堆積期間では、作物生育が抑制される傾向にあった。

そこで、両者の堆肥化特性に基づいて、おからとコーヒー粕の混合堆肥製造法について検討したところ、おからとコーヒー粕を重量比1:1で混合することにより、臭気発生を軽減した堆肥化が可能であった。

この混合堆肥の無機成分組成は、窒素5.5%、リン酸1.2%、カリ(K<sub>2</sub>O)1.6%で、窒素成分に比べてリン酸、カリ含有率が低かった。得られたおからコーヒー粕混合堆肥と対照区として牛ふん堆肥をそれぞれ400、800kg/10a施用した試験区を神奈川県農業総合研究所内圃場に設け、3年間にスイートコーン、ダイコン、ハウレンソウを合計8作栽培した。その結果、おからコーヒー粕混合堆肥の各作の収量は化学肥料区を3~14%上回り、牛ふん堆肥施用区と同等の肥効を呈した。この際、おからコーヒー粕混合堆肥区における土壌中の可給態リン酸、交換性カリの増加は、牛ふん堆肥区と比較して少なく、土壌中へのリン酸、カリ成分の集積が軽減された。したがって、おからコーヒー粕混合堆肥は、リン酸やカリが過剰となっている農地への施用に有効な有機物であると考えられた。

以上のように、複数の食品廃棄物の特性を生かした廃棄物同士の組み合わせによって良質な堆肥を製造することが可能であること及びその利用法を明らかにした。



## 2-2. コーヒー粕のキノコ栽培培地として利用及びその廃培地の堆肥利用

キノコ栽培のための培地としては、広葉樹おが屑が主流であるが、これらの培地材料が入手しにくくなってきており、新たな培地材料の開拓が望まれている。このため、コーヒー粕のキノコ栽培培地として利用及びその廃培地の堆肥利用法について検討した。

合計15菌種24菌株のキノコについて検討したところ、コーヒー粕単独で栽培が可能であったが、通常栽培に比べ生育が劣った。このため、コーヒー粕を基本とし、各種の材料を混合した栽培培地を作成し、検討したところ、ヤナギマツタケ (*Agrocybe cylindraceae*) では、コーヒー粕：フスマ：木炭=1:1:1、エリンギ (*Pleurotus eryngii*) では、コーヒー粕：フスマ：廃培地=2:2:1で通常培地と同等な生育が認められた。

また、キノコ栽培廃培地を堆肥化することにより、コーヒー粕による作物生育抑制が、軽減され、良質な堆肥とすることができた。

このことから、コーヒー粕をキノコ栽培に利用した後、廃培地を堆肥化し、農業利用することにより、2つの利点を含んだコーヒー粕リサイクルシステム構築の可能性が示された。

## 3. 生ごみ処理装置での生ごみの分解条件の検討

生ごみ処理装置は微生物分解型と乾燥型に大別される。前者では、投入される生ごみの種類、菌床の容量などの処理条件により処理物の特性が異なると考えられる。

そこで本項では、家庭用生ごみ処理装置を一般家庭に設置して、装置の運転状況、生ごみの投入状況などを調査すると共に、生ごみ素材の分解特性及び生ごみ処理物の微生物特性、油脂分などの成分特性及び生ごみ処理装置菌床の改良等について検討し、以下の結果を得た。

## 3-1. 微生物分解型生ごみ処理装置における処理条件と処理物特性の関係

### (1) 一般家庭における生ごみの投入量と処理物の物性調査

容量、分解基材が異なる2種類の家庭用微生物分解型生ごみ処理装置を神奈川県大磯町内の家庭17軒に設置し、生ごみの投入量、処理物の化学性、有機物分解率の分析とその変動を1年間にわたって調査した。

各家庭の投入生ごみ量は、296g~1183g/日と家庭間差が大きかった。また、1日あたりの生ごみ投入量も、冬季 40g~3,280g/日、夏季 50g~2,970g/日と同一家庭内においても、日当たり投入量の格差も大きかった。

生ごみの乾物減少率から算出した有機物分解率と2週間ごとに測定した生ごみ処理物のpH、ECとの関係を検討したところ、生ごみの有機物分解率は高EC、低pH条件の装置で低い傾向にあった。以上のことから、生ごみの分解率の低下は、生ごみ投入によるECの上昇やpHの低下が要因と考えられた。

### (2) 生ごみ素材の分解特性

小規模の試験装置で、キャベツや米飯など10種類の生ごみ素材の有機物分解率及びpHの変化を調査した結果、キャベツではpHが試験開始6日目で8.4と上昇し、10日後の有機物分解率が72%と高かったのに対し、米飯ではpHが6~7と低下し、有機物分解率は28%と低かった。すなわち、有機物分解率やpH変化において生ごみの種類による特徴的な変化が認められ、各種生ごみを分解パターン(分解の最盛期及び最終分解率)とpH変化のパターンによって分類することが可能であった。

さらに、生ごみ処理装置では生ごみの投入に伴い、装置内での塩分や油脂分の増加が想定されるため、塩分(最大8%)、油脂(最大30%)存在下での生ごみ分解状況の変化を検討したところ、塩分(NaCl)濃度の上昇に伴いCO<sub>2</sub>発生量(有機物分解率)の低下が顕著であった。油脂類では油脂無添加区より油脂添加区でCO<sub>2</sub>発生量が増加し

た。また、塩分(0, 2, 4, 8%), 油脂(10%)共存下でも、塩分の増加によりCO<sub>2</sub>発生量が低下した。

### (3) 生ごみ処理物の特性に基づく微生物分解型生ごみ処理装置の分類

供試した生ごみ処理物の油脂含有率は0~20%と分布範囲が広がった。酸性を呈する生ごみ処理物では油脂含有率が2.5%~21%と高い傾向にあり、pH7以上の生ごみ処理物ではほとんどの試料で1%以下と極めて少なかった。

また、生ごみ処理物中の有機酸の同定と定量を行った結果、乳酸は、pH6.5以上の試料で検出されなかったのに対し、pHが6.5より低い試料で検出され、pH6.5未満の試料24点の平均含有率は1.8%であった。

次に、低pH・高油脂生ごみ処理物2種類、高pH・低油脂生ごみ処理物および牛ふん堆肥の好気性菌数を希釈平板法により測定した結果、高pH・低油脂生ごみ処理物では糸状菌 $1.6 \times 10^6$ 、細菌 $6.3 \times 10^8$ (cfu/g)、牛ふん堆肥では糸状菌 $1.4 \times 10^4$ 、細菌 $4.3 \times 10^8$ (cfu/g)に対し、低pH・高油脂生ごみ処理物では糸状菌 $<8.4 \times 10^1$ 、細菌 $7.5 \times 10^5$ 、 $2.0 \times 10^4$ (cfu/g)で、糸状菌・細菌ともに少なかった。

以上より、微生物分解型装置の菌床量に対する生ごみの投入負荷割合や処理温度、投入生ごみの種類など、条件の違いによって得られる生ごみ処理物の特性の違いを明らかにできた。

その結果に基づき、現在市販されている微生物分解型生ごみ処理装置を次の2種類に区分した。

(ア) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が高い装置(維持温度60℃程度)：装置内の処理物はpHが低く、好気性菌数も非常に少ないため、装置内での堆肥化は進行していない。このため、本処理装置の処理物は分解状態が不十分で油脂分の残存量も多い。

(イ) 菌床量に対する生ごみ投入負荷割合が低い装置(維持温度 40~50℃)：多量の菌床を利用し、長期間(3~6ヶ月間)取り出さず生ごみの投

入、分解を繰り返し継続する。装置内で生ごみの堆肥化が進行しているため、製品に残存する易分解性有機物は(ア)に比べ少ない。アンモニアが生成してpHが上昇し、油脂分の残存量も少ない状態となっている。

### 3-2. 微生物分解型生ごみ処理装置菌床の改良

現在、市販されている微生物分解型生ごみ処理装置の菌床としては、主に木質チップが利用されている。しかし、木質チップは分解が遅く、分解処理物を農業利用するには、長期の追熟期間を必要とする問題がある。そこで、市販の園芸資材を中心に各種資材の生ごみ処理装置菌床としての適性を検討し、それら資材の混合によって生ごみ処理に適する新たな菌床の作成を試みた。

まず、23種類の資材の生ごみ処理装置菌床としての適性を小規模の試験装置で検討したところ、資材の特性により分類することができた。

続いて、このうちのバーク堆肥等特性の異なる4種類の資材で16種類の混合物を作成し、試験したところ、バーク堆肥は臭気抑制への寄与、ベラボン(ヤシ殻破砕物)は攪拌性向上への寄与が高いことが明らかになった。

以上の結果、バーク堆肥とベラボンの混合により、効率的に生ごみを分解でき、農業利用にも適した新たな菌床を作成できることが明らかとなった。

このように本項では、処理物特性の改善の一方策を菌床資材の改良の面から示すことができた。

## 4. 生ごみ処理物の農業利用法の検討

生ごみ処理物を農業利用する場合、その成分変動や含有される油脂成分、塩分、重金属などが作物生育に及ぼす影響を懸念する声が多い。

そこで本研究では、生ごみ処理物中の油脂が土壌中での窒素の無機化と作物生育に及ぼす影響、内容成分特性、他の有機質資材との混合による堆肥の高品質化等について検討した。

#### 4-1. ノイバウエルポットでの植害試験

3-1(3)で示した(ア)(イ)の生ごみ処理物についてノイバウエルポットでの植害試験を行ったところ、(イ)型の生ごみ処理物では堆肥化が進行しており、生育阻害が認められなかったのに対し、(ア)型の生ごみ処理物では発芽阻害(発芽率100%~24%)、生育不良(対化学肥料区収量比68.5~7.1)が認められた。このため、生ごみ処理物の利用に際しては、このような特性を考慮した上で利用方法を決定することが必要であると考えられた。

現在、生ごみ処理装置の表示では、(ア)型が堆肥化型、(イ)型が消滅型と称されている。しかし、本研究の結果から(ア)型は乾燥処理が主体で堆肥化型とはいえない。消滅型といわれている(イ)型を堆肥化型と称するのが適切である。

#### 4-2. 生ごみ処理物中の油脂が植物生育に及ぼす影響

油脂含有率の異なる3種類の生ごみ処理物を土壌に混和して、ビン培養試験により生ごみ処理物中に含有される窒素の無機化を調べたところ、油脂含有率が高いほど無機態窒素の有機化が激しく、その後の無機化量も少なかった。ポット栽培試験では、油脂含有率の高い試験区でコマツナの発芽率と生育量が低下した。すなわち、油脂含有率が高い生ごみ処理物では、発芽抑制や窒素成分の有機化、無機化抑制により作物の生育に悪影響を与えることが明らかになった。従って、生ごみ処理物の農業利用には油脂含有率の測定が重要となる。

通常、有機物中の油脂含有率の測定には有機溶媒による抽出法が用いられているため、測定場所が限定される。そこで、油脂含有率の簡易な判定法について検討した。その結果、油取り紙への処理物含有油脂の浸とう度合いや生ごみ処理物のエタノール抽出液を水と混合した際の白濁度合いにより、油脂含有率約5%以上での検出が可能であることを明らかにした。

また、前述のように生ごみ処理物のpHが低いほど油脂含有率が高い傾向にあり、pH7以上では、油脂

含有率が極めて低かった。

これらのことに基づいて、生ごみ処理物のpH測定と上記の油脂簡易判定法を用いることにより、現地で簡易に生ごみ処理物の作物生育への害の有無判定を行うことができる。

#### 4-3. 生ごみ処理物の内容成分特性

神奈川県内に設置された生ごみ処理装置より収集した生ごみ処理物を装置のタイプ(微生物分解型と乾燥型)、処理量(1~1.5kg/日処理の家庭用と数10kg~数100kg/日処理の事業所用)の組み合わせで4種類に分類し、家庭用の微生物分解型4機種80点、乾燥型5点、事業所用の微生物分解型31点、乾燥型5点を収集し、成分組成を分析した。その結果の概要は以下のとおりである。

##### (ア) 窒素、リン酸、カリ含有率

肥料三要素(窒素、リン酸、カリ)は、それぞれ、微生物分解型A(家庭用)平均値で3.0%、1.5%、2.1%、微生物分解型B(事業所用)平均値で2.7%、0.5%、0.5%、乾燥型C(家庭用)平均値で4.5%、1.4%、1.3%、乾燥型(事業所用)全体の平均値で3.0%、0.6%、0.8%であった。総合的にみると、窒素成分がリン酸、カリに比べ、多い傾向にあった。

##### (イ) NaCl含有率

生ごみ処理物のNaCl含有率は、平均1.98%であり、この数値と神奈川県の露地畑における堆肥の標準的施用量(1kg/m<sup>2</sup>)から堆肥が土壌に供給するNaCl濃度を試算したところ、198mg/kgであった。この数値は、高橋ら(1991)が示している作物生育に影響のある塩分(NaCl)濃度500mg/kgと比較し、低かったことから、生ごみ処理物中のNaClが作物生育に悪影響を与える可能性は低いと考えられた。

##### (ウ) 重金属含有率

供試した生ごみ処理物中の重金属含有率は、Zn 25~130 mg/kg、Cu 1~69 mg/kgであり、神奈川県内で流通する牛ふん堆肥と比較しても極めて低い値であった。また、Cd含有率は0.14~1.05 mg/kgであった。これらの値は、現在の肥料取締法における汚泥肥料の基準と比較しても著しく低いため、生ご

み処理物中の重金属が土壌や作物に悪影響を与える可能性は極めて低く、安心して使える資材と考えられた。

#### (エ) 無機成分含有率の時期別変動

家庭用生ごみ処理装置による処理物2種類、事業所用生ごみ処理装置による処理物2種類について、窒素、リン酸、カリなど主要無機成分含有率の時期別変動を分析したところ、同一処理装置での変動係数は、窒素、リン酸、カリで神奈川県内のハウス乾燥で製造された牛ふん堆肥と同等程度であった。

以上のことから、生ごみ処理物は、十分農業利用が可能な資材と結論される。

#### 4-4. 生ごみ処理物を利用した高品質混合堆肥製造

生ごみの利用方法としては、牛ふん、剪定屑など他の有機物と混合して堆肥化する事例が各地で認められる。本項では、前項の試験で堆肥化が進行していないと見なされた低pH・高油脂生ごみ処理物と主要な堆肥材料である牛ふんの混合堆肥化処理による利用法について検討した。

まず、神奈川県内の牛ふん堆肥について成分分析を行ったところ、窒素2.4%、リン酸2.1%、カリ3.7%で、窒素、リン酸に比べてカリ含有率が高くなる傾向にあった。

ハウス内で乾燥した牛ふんと生ごみ処理物を重量比3:1で混合して油脂を3段階に添加して堆肥化試験を行ったところ、生ごみ処理物の添加により牛ふん単独と比較して著しい温度上昇が認められた。油脂含有率の高い区でも温度上昇が著しい傾向にあり、油脂含有率にかかわらず、良好な堆肥化処理が可能であった。また、混合堆肥化処理により堆肥化前に2.8~6.3%であった油脂含有率が牛ふん単独堆肥と同等な0.5%以下に低下した。

以上のように生ごみと他資材との混合によって堆肥化が促進され、同時に油脂分も分解除去されることが明らかになった。また、生ごみ処理物の混合により製品のカリ含有率は低下した。

更に、基肥の一部を生ごみ処理物牛ふん混合堆肥で代替する試験区を設けて圃場栽培試験を行っ

た結果、夏秋キャベツ(8月~12月)では、生ごみ処理物牛ふん混合堆肥区および牛ふん堆肥区の収量は対化学肥料区の収量比で99~114と化学肥料区と同等の生育を示した。また、生ごみ処理物牛ふん混合堆肥区では牛ふん堆肥区よりカリ施用量が減少した。

以上の結果から、生ごみ処理物と牛ふんなどの他の資材を混合堆肥化することにより、窒素無機化や肥料成分バランスの調整を行った堆肥製造の可能性が示された。

神奈川県内の主要な堆肥素材である牛ふんや圃場残さには多量のカリが含有されるため、これらのみを堆肥材料として利用した場合には土壌養分のアンバランス化の進行が懸念される。また、県内の土壌には肥料や堆肥の過剰施用に起因するリン酸、カリの過剰が目立つ。その一方では、労働力不足により堆肥の施用が不十分な農耕地も認められる。本研究結果のように、複数の有機性廃棄物を混合した堆肥を製造することは、土壌養分状態を改善し、土壌環境を良好に維持するための有用な手段となると考えられた。

#### 5. まとめ

本研究では、神奈川県内で大規模に発生する食品廃棄物としておから、コーヒー粕を、分散して発生する食品廃棄物として生ごみを対象としてそれらの農業利用技術について検討した。

おからとコーヒー粕については、それぞれの堆肥化特性を明らかにし、その結果に基づいて両者の混合堆肥化による高品質堆肥の製造技術を確立した。

さらに、生ごみについては生ごみ処理物の特性とその簡易判定法を明らかにするとともに、生ごみ処理物の有効利用方法として、牛ふんや圃場残さなど地域で発生する他の有機性廃棄物との組み合わせによる高品質混合堆肥製造の可能性が示された。

また、神奈川県未利用資源農業利用推進計画で設定されている生ごみの目標リサイクル率(事業系生ごみ8%、家庭系生ごみ0.2%)に相当する生ごみを本法で農業利用した場合の窒素成分供給量を試

算したところ、670トン/年相当であった。これは、神奈川県内の化学肥料販売数量から推定した化学肥料として施肥されている窒素成分量3235トン/年の約21%に相当する。

このため、本法による食品廃棄物の農業利用の促進は、廃棄物の減量化、堆肥施用による土づくりの推進への貢献に加え、化学肥料使用量の削減の面からも有効な手段となることが明らかとなった。さらに、本法を生ごみの有機質肥料化(後藤らの生ごみ肥料)等と併用することにより、食品廃棄物の有効活用が促進されると考えられる。

本研究で示した都市から発生する食品廃棄物の堆肥としての有効利用技術は、神奈川県のような都市近郊での農業では、生産現場と消費者の連携の緊密化、地場産野菜の消費拡大にも効果が期待される重要な技術である。本研究の成果は、都市近郊農業の展開にとって有益な技術を提供するものである。

## 謝 辞

本論文の取りまとめにあたっては、東京農業大学 応用生物科学部 生物応用化学科 後藤逸男教授をはじめ、東京農業大学 応用生物科学部 生物応用化学科 但野利秋教授、藤井國博教授、神奈川県農業技術センター 藤原俊六郎博士には、終始懇切なご指導をいただきました。

元東京農業大学 応用生物科学部 生物応用化学科教授 武長宏先生、静岡大学工学部物質工学科 中崎清彦教授には、研究の進行や論文の取りまとめに際して、貴重なご助言、ご指導をいただきました。ここに、謹んで感謝の意を表します。

本研究は、筆者が、神奈川県園芸試験場 技術研究部 環境科及び神奈川県農業総合研究所 農業環境部で行った一連の研究成果をとりまとめたものであり、歴代の神奈川県園芸試験場長、技術研究部長及び神奈川県農業総合研究所長、農業環境部長をはじめ園芸試験場の環境科、農業総合研究所の農業環境部の方々には、多大なるご支援ご指導ご鞭撻を賜りました。

とりわけともに研究を実施した武田甲主任研究員、調査分析にご協力頂いた青木裕之技能技師をはじめ 瀬間幾代さん、真壁亜津子さん、沼田聡子さん、宮川良行さん、鈴木孝男さん、北村厚美さんには、本研究の開始時より長期にわたりご助力いただきました。

さらに、東京工芸大学工学部の学生であった塚本賀子さん、高久由紀子さん、神奈川大学理学部の学生であった吉沢真弓さんには、一部実験に協力いただきました。

また、第2章5節の一部は神奈川県森林研究所 木内信行氏（当時）のデータを使用させていただきました。生ごみ処理装置の現地試験の巡回調査等では、神奈川県環境科学センター高橋通正氏、静岡製機(株)鈴木義治氏に多大なご協力をいただきました。

以上の方々以外にも、本研究を実施する上で

は、多数の方々にご指導とご助力をいただきました。ここに、記して感謝の意を表します。

## Summary

### Studies on the Composting of Food Wastes and the Agricultural Application

#### 1. Background

Soil conditioning by cultivation with reduced agricultural pesticides and chemical fertilizers and by compost application is important for environmentally conscious agriculture.

In the meantime, decreasing the amount of wastes has become an important issue in recent years. To this end, the society demands composting organic wastes for effective utilization.

Although the effective utilization of wastes emitted from urban areas is a serious issue for Kanagawa Prefecture, which has many urban regions, only 10% of the amount of food wastes is recycled and the recycling ratio of household garbage is especially low at 0.3%.

This research concerns methods for composting tofu lees, coffee lees, and garbage, which are main food wastes in the prefecture, and those for compost application to agriculture. The result of this research is outlined below.

#### 2. Study on the agricultural utilization of tofu lees and coffee lees

##### 2-1. Development of a composting method for mixtures of tofu lees and coffee lees

Separate composting tests were conducted for tofu lees and coffee lees. As a result, compost with an excellent fertilizer effect was obtained from tofu lees but it had the problems of a low compost yield at 29% to the raw material, the high moisture content of the raw material at about 80%, and a high level of ammonia gas emission during the composting process. By contrast, coffee lees were a good composting material with good aeration and little emission of ammonia gas during the composting process. However, the compost kept piled up only for a few months or less tended to suppress crop growth.

Hence, an attempt was made to mix tofu and coffee lees for composting. The result revealed that a 1:1 mixture resulted in good composting with little odor emission.

This compost contained 5.5% nitrogen, 1.2% phosphate ( $P_2O_5$ ), and 1.6% potassium ( $K_2O$ ); phosphate and potassium contents were lower than nitrogen content. The mixed compost was applied to a total of eight cultivations of sweet corn, radish, and spinach in three years. The yields were greater than those in chemical fertilizer plots and equivalent to those in cattle feces compost plots. The amounts of available phosphate and exchangeable potassium increased less in the plots of the mixed compost than in the plots of cattle feces compost. Therefore, the mixed compost was considered effective especially when applied to farmland rich in phosphate and potassium.

As described above, this study showed a method for the production of good-quality compost by combining two or more different kinds of food wastes to take advantage of their characteristics and their utilization method.

##### 2-2. Utilization of coffee lees as a mushroom medium and that of the used medium for composting

Sawdust of broad-leaved trees is currently used as a medium for mushroom culture. However, because the sawdust is becoming scarce, new materials need to be developed for the medium. Hence, coffee lees were studied for utilization as a mushroom medium and the used medium was studied for composting.

It was possible to culture mushroom of 24 strains from 15 species with coffee lees but the

growth was inferior to that with an ordinary culture medium. Hence, various materials were mixed with coffee lees to prepare culture media for testing. The growth of yanagimatsutake, *Agrocybe cylindraceae*, was as good with a medium made up of coffee lees, wheat bran, and charcoal at a ratio of 1:1:1 as with the ordinary medium and eringi, *Pleurotus eryngii*, grew as well with a medium containing coffee lees, wheat bran, and the used medium at a ratio of 2:2:1 as with the ordinary medium.

Also, the composting of the used mushroom media reduced the suppressive effect of coffee lees on crop growth and was a good way to produce good-quality compost.

The result showed the possible construction of a coffee lees recycling system with two merits: the use of coffee lees for mushroom culture and the agricultural application of the compost made from the used culture medium.

### **3. Study on conditions for the decomposition of garbage in garbage treatment devices**

Garbage treatment devices are roughly classified into a microbial decomposition type and a drying type. In this part of the research, to establish conditions for the efficient decomposition of garbage with treatment devices of the microbial decomposition type, the situation of treatment device operation for garbage at common households was surveyed; decomposition characteristics of garbage materials and microbial characteristics of treated garbage were examined; and bedding materials for garbage treatment devices were improved. The results obtained are given below.

#### **3-1. Relation between conditions of garbage treatment devices of a microbial decomposition type and characteristics of treated materials**

##### **(1) Survey on the input amount of garbage at common households and characteristics of treated materials**

Two types of household garbage treatment devices of the microbial decomposition type were placed at 17 homes in Oiso Town, Kanagawa Prefecture, to conduct a survey for a year. Relation between garbage decomposition ratio and the pH and EC of samples was examined to find the reason why the ratio tended to be lower in some kinds of devices. From the result, decrease in garbage decomposition ratio was deemed to be caused by EC increase and pH drop due to garbage input.

##### **(2) Decomposition characteristics of garbage materials**

A small testing device was used to find variation in decomposition ratio and pH for 10 different kinds of garbage including cabbage and steamed rice. With cabbage, pH rose to 8.4 six days after the beginning of the test and decomposition ratio increased high to 72% 10 days after. In contrast, with steamed rice, pH dropped to 6-7 and decomposition ratio was low at 28%. Thus, different kinds of garbage showed different types of changes, indicating that garbage could be classified by variation in decomposition ratio and pH.

In addition, the variation of garbage decomposition was examined in the presence of salt (8%, maximum) and lipid (30%, maximum). CO<sub>2</sub> emission decreased markedly with increase in salt (NaCl) concentration. In contrast, CO<sub>2</sub> emission increased in an lipid group than in a group without the addition of lipid.

##### **(3) Classification of garbage treatment devices of a microbial decomposition type by characteristics of treated garbage**

Lipid content varied widely from 0 to 21% in test samples of treated garbage. The lipid



contents of acidic samples tended to be high at 2.5-21% but those of most samples with pH 7 or higher were extremely low at 1% or lower.

The identification and quantification of organic acids in the treated garbage revealed that no lactic acid was present in samples with pH 6.5 or higher but it was present in those with pH lower than 6.5; the average content of lactic acid was 1.8% for 24 samples with pH lower than 6.5.

The number of aerobic microbes was measured for two kinds of treated garbage with low pH and high lipid, treated garbage with high pH and low lipid, and cattle feces compost by a dilution plate method. The result revealed that both fungi and bacteria were fewer in the treated garbage of low pH and high lipid than in the other two.

From the result, it was possible to classify commercially available garbage treatment devices of the microbial decomposition type into the following two groups:

- (a) Devices for high ratios of garbage input load (temperature maintained around 60° C): composting does not progress in the devices because garbage has low pH and few aerobes; the decomposition of treated garbage in this type of devices is inadequate and large amounts of residual lipid remain.
- (b) Devices for low ratios of garbage input load (temperature maintained at 40-50° C): composting progresses well in the devices, which leave smaller amounts of degradable organic matter in the compost than (a); ammonia is formed to increase pH and smaller amounts of residual lipid remain.

### **3-2. Improvement of bedding materials for garbage treatment devices of a microbial decomposition type**

Wood chips are mainly used as a bedding material for garbage treatment devices of a microbial decomposition type that are currently available in the market. However, because wood chips take a long time to decompose, the agricultural utilization of the decomposition product requires a long period of time for additional composting.

Hence, various materials were studied for applicability as a bedding material for garbage treatment devices with a focus on commercially available gardening materials in order to try to prepare new bedding materials applicable to garbage treatment by mixing the gardening materials.

First, a small testing device was used to examine 23 different kinds of materials for applicability as a bedding material for garbage treatment devices to find that they could be classified by characteristics.

Next, a test was performed with 16 different kinds of mixtures made up of four kinds of materials with varying characteristics, including bark compost, to find that the bark compost and bellabon (crushed palm exocarp) made contributions to odor suppression and the ease of mixing, respectively. In contrast, vermiculite tended to render material mixing more difficult and increase the amount of ammonia emission. Moisture-absorbing material tended to exert a good effect middle term but the effect disappeared quickly.

The above results showed that mixtures of the bark compost and bellabon could decompose garbage efficiently and be used to prepare a new bedding material suitable for agricultural utilization. As described above, this section of the research showed a method for improving properties of treated garbage with respect to the improvement of bedding materials.

#### 4. Study on methods for the agricultural utilization of treated garbage

The agricultural application of treated garbage has created many concerns about the influence of its component variation and such components as lipid, salt, and heavy metals on crop growth. Hence, in this section, a study was conducted on the influence of lipid in treated garbage on nitrogen mineralization in soil and crop growth, characteristics of components of treated garbage, and upgrading compost quality by mixing with other organic materials.

##### 4-1. Plant damage test using Neubauer pots

A plant damage test was run with treated garbage prepared in (a) and (b) described in 3-1 (3) using Neubauer pots. While the treated garbage of the (b) type showed no inhibition of growth, the treated garbage of the (a) type inhibited komatsuna, *Brassica chinensis var. komatsuna*, germination (germination ratio, 24-100%) and komatsuna growth (yield to that in a chemical fertilizer plot, 7.1-68.5%). Hence, it was considered necessary to determine utilization methods by taking into account such characteristics when using treated garbage.

The (a) type is called the composting type and the (b) type the bedding type at present. However, the result of this study reveals that composting does not progress in the (a) type and mainly drying takes place; it can not be called the composting type. It would be proper to call the (b) type, which is currently referred to as the bedding type, the composting type.

##### 4-2. Influence of lipid contained in treated garbage on plant growth

Mixtures of soil and three kinds of treated garbage with different lipid contents were examined for mineralization of nitrogen in treated garbage by a bottle culture test. The result showed that those with higher lipid contents contained more inorganic nitrogen and underwent less mineralization subsequently. A pot cultivation test showed that komatsuna, *Brassica chinensis var. komatsuna*, germinated and grew poorly in a plot of a high lipid content. That revealed that the suppression of germination, the conversion of nitrogen compounds to organic compounds, and the suppression of their mineralization affected crop growth adversely. Hence, it is important to measure lipid content for the agricultural utilization of treated garbage.

Because extraction with an organic solvent is usually used for the measurement of lipid content in organic materials, the measurement can only be made at a limited number of spots. Hence, a study was conducted to find simple methods for the measurement of lipid content. The extent of the permeation of lipid contained in treated garbage into oil-absorbing paper and the turbidity of a mixture of water and an ethanol extract of treated garbage were found to be able to detect lipid content at 5% or higher. As described previously, treated garbage with lower pH tended to be higher in lipid content and that with pH 7 or higher was extremely low in lipid content.

From these, the combined use of pH measurement and the aforementioned two simple judgment methods for lipid content was thought to allow judgment to be made in the field concerning possible damage to crop growth by treated garbage.

##### 4-3. Characteristics of treated garbage components

Samples of treated garbage collected from garbage treatment devices installed in Kanagawa Prefecture were classified into four groups by the combination of the type of device, (a microbial decomposition type and a drying type) and treatment capacity (1-1.5 kg/day for household use and ten to hundreds of kilograms per day for business use) to analyze 80 samples from four

models of the microbial decomposition type for household use, 5 samples from the drying type for household use, 31 samples from the microbial decomposition type for business use, and 5 samples from the drying type for business use. The result is outlined below.

(a) Nitrogen, phosphate, and potassium contents

With regard to the three major nutrients (nitrogen, phosphate, potassium), more nitrogen tended to be present than phosphate and potassium in samples from both the microbial decomposition and drying types.

(b) NaCl content

The samples of treated garbage had an average NaCl content of 1.98%. The value was used in combination with the standard amount of compost used in open upland fields in Kanagawa Prefecture to calculate the concentration of NaCl supplied by the compost to soil. The NaCl concentration was 198 mg/kg. Because this value was lower than 500 mg/kg, which literature had reported is a salt (NaCl) concentration that affects crop growth, NaCl contained in treated garbage was considered unlikely to adversely affect crop growth.

(c) Heavy metal content

As for the heavy metal content of treated garbage tested, Zn was 25-130 mg/kg and Cu 1-69 mg/kg, which were much lower than those of cattle feces compost distributed in Kanagawa Prefecture. Cd content was 0.14-1.05 mg/kg, which were much lower than the standards of sludge fertilizers specified by the fertilizer control law. Hence, heavy metals contained in treated garbage were considered extremely unlikely to adversely affect soil and crops.

(d) Seasonal fluctuation of inorganic components in content

Seasonal fluctuations of nitrogen, phosphate, and potassium in content were analyzed with two kinds of garbage treated by devices for household use and by those for business use. Variation coefficients of a device for nitrogen, phosphate, and potassium were equivalent to those of cattle feces compost produced in the prefecture. From the foregoing, it was concluded that treated garbage is a material applicable to agriculture.

#### 4-4. Production of high-quality mixed compost from treated garbage

Garbage has been mixed with other organic materials such as cattle feces and pruning residues for composting in various regions. In this part of the research, a study was conducted on a method for composting mixtures of cattle feces, a main composting material, and treated garbage with low pH and high lipid content, in which composting was not observed to progress in the previous test of this research.

First, cattle feces compost used in Kanagawa Prefecture was analyzed for components. Nitrogen, phosphate, and potassium were 2.4%, 2.1%, and 3.7%, respectively; potassium tended to be higher than nitrogen and phosphate.

Dried cattle feces and treated garbage were mixed at a weight ratio of 3:1. Lipid was added to the mixture at three difference levels to run a composting test. The addition of treated garbage was found to raise temperature higher in the mixture than in cattle feces without treated garbage. Temperature tended to increase in mixtures with high lipid content. Good composting could be achieved regardless of lipid content. Moreover, the composting of the mixtures brought lipid content from 2.8-6.3%, levels before composting, down to 0.5% or lower, which was equivalent to that of cattle feces. As described above, mixing treated garbage with other materials was found to enhance composting and to decompose and remove lipid to at the same time. Also, potassium content dropped in compost made from the mixtures.

In addition, cabbage (August to December) was planted in a test plot where such a mixture substituted for part of basal dressing to run a field cultivation test. Growth in a plot of the mixed compost and a plot of cattle feces compost was found to be equivalent to that in a chemical fertilizer plot. Moreover, the amount of potassium application could be reduced in the plot of the mixed compost compared with that in the plot of the cattle feces compost. The above results showed that composting mixtures of treated garbage and other materials such as cattle feces could produce compost well balanced in fertilizer components and mineralization of nitrogen.

Because field residues and cattle feces, main composting materials, contain high levels of potassium, the use of them alone as composting materials concerns about the imbalance of soil nutrients. Moreover, the prefecture has many areas where phosphate and potassium are in excess due to overused fertilizers and compost. On the other hand, there are fields where labor shortage has resulted in inadequate compost application. As shown by the result of this research, the production and application of mixed compost made from different kinds of organic wastes was thought to be a useful means for improving the balance of soil nutrients and maintain good soil conditions.

## 5. Conclusion

In this research, tofu and coffee lees, food wastes massively generated in Kanagawa Prefecture, and garbage, a food waste emitted at scattered spots, were used to study methods for their application to agriculture. Tofu and coffee lees were examined for composting characteristics of each and the result was used to establish a technique for mixing them to produce high-quality compost. Garbage was examined to find characteristics of treated garbage and simple methods for the determination of characteristics. As an effective way of treated garbage utilization, mixing treated garbage with other regional organic wastes such as cattle feces was shown to be likely to produce high-quality mixed compost.

The target recycling ratios (8% for business use garbage and 0.2% for household use garbage) of garbage established by the promotion plan of Kanagawa Prefecture for the application of non-utilized resources to agriculture were used to calculate the amount of nitrogen supplied for agricultural use by this method. It was 670 tons per year and corresponded to about 21% of 3,235 tons per year, which is the estimated amount of nitrogen from the amount of chemical fertilizers sold in the prefecture.

Thus, the promotion of the agricultural utilization of food wastes by this method was found to not only contribute to decrease in the amount of wastes and maintenance of farmland fertility by compost application but also be an efficient means for reducing the amount of chemical fertilizer application.

The efficient utilization of food wastes emitted by cities as compost is an important technique that is expected to bring producers and consumers close together and expand the consumption of locally produced vegetables for agriculture in urban areas as those in Kanagawa Prefecture. The results of this research provide techniques that are beneficial for the development of agriculture in urban areas.

## 引用文献

- 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) 704-706
- 安西徹郎, 1998, 土壌診断による土づくりと施肥の適正化 農業および園芸 73(1) 181-186
- 安西徹郎・上沢正志・金野隆光, 1999, 土壌診断の新段階 土壌生産力評価から環境保全型農業にむけて 日本土壌肥料学雑誌 70(特別号) 468-474
- "D. Faure, A. M. Deschamps, 1991, The effect of Bacterial Inoculation on the Initiation of Composting of Grape Pulps., Bioresource Technology, 37, 235-238"
- 土壌環境分析法編集委員会編, 1997, 土壌環境分析法, 195-254, 博友社
- 土壌標準分析・測定法委員会編, 1986, 土壌標準分析・測定法 博友社 p354
- 道宗直昭, 2000, コンポスト化における脱臭対策, 生物系廃棄物資源化リサイクル技術 第2編 第1講, 93-116, (株)エヌ・ティー・エス
- 藤田賢二他, 1985, コンポスト化過程とpH, 都市と廃棄物, 15(4), 31-39
- 藤原俊六郎, 1985, パソコンによる土壌診断システム 農業および園芸 60(7) 853-859
- 藤原俊六郎, 1988, おが屑混合鶏ふん堆積物の腐熟度と施用方法について, 神奈川園試研報, 36, 1-100
- 藤原俊六郎, 1989, 土壌診断システムの改良と施設野菜への適用 神奈川園試研報 38 51-62
- 藤原俊六郎, 1991, 施設土壌診断結果とりまとめ, 平成3年度神奈川県園芸試験場環境関係試験成績書 43-54
- 藤原俊六郎, 1991, 露地畑土壌診断結果とりまとめ, 平成3年度神奈川県園芸試験場環境関係試験成績書 55-68
- 藤原俊六郎, 1997, 資材別堆肥の製造方法(野菜屑), 未利用資源堆肥化マニュアル, 33-38, 神奈川県農業技術課, 神奈川
- 藤原俊六郎, 2000, 環境保全型農業における土づくりの意味, 神奈川県地力保全対策推進協議会土づくり資料No. 10 環境保全型農業における土づくり, 1-4
- 藤原俊六郎, 2001, 現地における有機資源活用の動きと課題—特に生ごみを中心として—, 圃場と土壌, 32(10-11), 33-38
- 藤原俊六郎, 2001, 施設土壌の診断と実態, 土の種類と有機物資材の効果(社)日本下水道協会, 58-63(古畑哲監修)
- 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎, 1996, 土壌診断の方法と活用, 農文協,
- 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, 25-34
- 藤原俊六郎・竹本稔・武田甲, 1996, 未利用資源の農業利用に関する研究(第3報)—オカラ・コーヒー粕混合による堆肥製造—, 神奈川農総研報, No. 137, 43-50
- 藤原俊六郎他, 2000, IV 腐熟度の簡易検定法, 堆肥等有機物分析法, 193-217, (財)日本土壌協会, 東京
- 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, 18, 133-149
- 福森功, 1997, 土壌脱臭法, 最新防脱臭技術集成, (社)臭気対策研究協会, 371-384
- 古畑哲・柏倉文夫・井上恒久, 2003, 生ごみ堆肥の腐熟度判定, 季刊肥料, 95, 86-95
- 古山隆司, 1995, 脱臭システム—土壌脱臭装置—, 畜産環境対策大事典, 農文協, 377-382
- 伊達昇・塩崎尚郎, 1997, 肥料便覧(第5版)伊達昇・塩崎尚郎編, 211-212, 農文協, 東京
- 後藤逸男, 1998, 生ごみを原料とする有機質資材の性質と肥効, 圃場と土壌, 30(10, 11), 22-29
- 後藤逸男, 2001, 生ごみを農業資源として活かすには—生ごみ堆肥から生ごみ肥料へ—, 第17回環境工学連合講演会講演論文集, p. 47
- 月刊廃棄物編集部, 2000, 全国堆肥化プラント・生ゴミ処理機メーカーリスト 月刊廃棄物, 3, 28-32
- 下水汚泥資源利用協議会, 1996, 下水汚泥の農地・緑地利用マニュアル, 77-79
- 長谷川和久・上野祐子, 1989, 新しい有機質肥料「おから・圧砕もみがら培養キノコ残さ堆肥」その製造と果菜類に対する施用効果, 農業及び園芸, 64, 319-324
- 原田靖生, 2001, 家畜排泄物の循環利用の現状と課題, 農業を軸とした有機性資源の循環利用の展望 農業環境研究叢書13 農林水産省農業環境技術研究所編, 34-52, 農業環境技術研究所, 茨城
- 原田靖生・山口武則, 1997, 家畜排泄物堆肥の品質の実

- 態と問題点, 環境保全と新しい畜産, 農林水産技術情報協会, 229-246
- 畠中哲哉, 2000, ふん組み合わせによる窒素の肥効調節と成型化による家畜ふん尿の循環利用対策, 季刊肥料, 86, 69-73
- 畠中哲哉, 2000, 異種家畜ふん混合と成型化による窒素肥効調節ペレットの作成と利用効果, 圃場と土壌, 33, 24-29
- 畠中哲哉, 2000, 異種家畜ふん混合による窒素肥効調節ペレットの開発, 畜産コンサルタント, 36, 45-49
- 早川岩夫, 1995, 脱臭システム-腐植物質の活用-, 畜産環境対策大事典, 農文協, 369-375
- 平井光代・久保田宏, 1983, 繊維質泥炭を用いた生物脱臭, 環境技術, Vol. 12, No. 3, 25-29
- 本多勝男, 1995, 2段傾斜乾燥床フィルムハウス(ハウス乾燥システム), 畜産環境対策大事典, 205-215, 農文協, 東京
- 本多勝男・宮崎光加・米持勝利, 1993, オガ屑脱臭槽による密閉型強制発酵機排ガスの脱臭試験, 神奈川畜試研報, No. 83, 64-70
- 本多勝男・宮崎光加・矢島潤, 1994, 未利用資源と家畜ふんの堆肥化発酵技術に関する試験-豆腐カスと豚・鶏ふん組み合わせによる堆肥化試験-, 神奈川県畜産研究所研究報告 84, 1-9
- 猪俣敏郎, 2003, 堆肥施用の現状と今後の利用促進, 畜産環境情報, 16
- 井上雄三他, 2000, 有機性廃棄物からの乳酸の回収技術開発に関する基礎的研究, 第11回廃棄物学会研究発表会講演要旨集1, 331-333
- 磯部武志・大江正温, 1995, 豆腐粕急速発酵堆肥の作成と花き栽培における利用性の改善, 大阪府立農林技術センター研究報告, 31, 26-30
- 磯部邦夫, 1972, 初心者のための直交表の使い方 基礎編, 日本規格協会
- 岩沢秀幸, 1996, 施設土壌はこう変わった-進むリン酸とカリの集積-, 農業技術研究, 50, 24-27
- 岩元明久・三輪徹太郎, 我が国の有機物動態と地力, 圃場と土壌, 17(10,11), 148-157(1985)
- 女子栄養大学出版部, 2004, 五訂食品成分表 香川芳子監修
- 上山紀代美・中田勝, 2001, 神奈川県における家畜糞堆肥の立入検査結果について, 土づくり資料No. 11, 神奈川県農協中央会・神奈川県地力保全対策協議会, 48-55, 神奈川
- 上山紀代美・藤原俊六郎・船橋秀登, 1995, 牛ふん堆肥連用が作物収量と土壌の化学性に及ぼす影響, 神奈川農総研報, No. 136, 31-42
- 神奈川県環境整備課, 1999, 平成10年度神奈川県清掃事業の実態, 72-73, 160-161, 神奈川
- 神奈川県環境農政部, 2003, わたしたちのくらしと神奈川の農林水産業(平成15年度版)
- 神奈川県環境農政部農業振興課, 2001, 環境保全型農業栽培の手引
- 神奈川県環境農政部農業振興課, 2001, 神奈川県作物別肥料施用基準, p77, 神奈川
- 神奈川県環境農政部農業振興課, 2002, 未利用資源農業利用推進計画 1-20
- 神奈川県肥飼料検査所, 2004, 平成15年度業務報告, p3
- 関東農政局神奈川統計情報事務所, 2000, 平成11年青果物生産出荷・市場統計, 10-38
- 加藤千幸, 1999, 神奈川経済連土壌診断センターにおける土壌診断, 平成10年度神奈川県地力保全対策協議会土づくり優良事例発表研究会資料 7-16
- 川本克也, 1995, 生物系廃棄物処理の新しい傾向, 建設設備工学研究所報, 18, 15-16
- 川崎晃, 羽賀清典, 新井重光, 1990, 微生物利用土壌改良材による農業廃棄物の分解促進の判定-微少熱量計によるイナワラ分解効果の判定, 廃棄物学会第1回研究発表会講演論文集, 85-87
- 風野光, 1995, 環境保全型農業生産技術の現状と展望, 農林水産技術研究ジャーナル, 18(10)7-10
- 木村俊範, 2000, コンポスト化反応の基礎特性と新しいコンポスト化活用法への展開, 生物系廃棄物資源化リサイクル技術 第2編 第1講, 93-116, (株)エヌ・ティー・エス
- 木村俊範・清水浩, 1981, 家畜ふんの堆肥化に関する基礎的研究(第2報), 農業機械学会誌, Vol. 43, No. 3, 475-480
- M. KITO・S. OKUNO・Y. HAMADA: Study on agricultural utilization of coffee residue. Utilization of coffee residue for weed control. ASIC, 16eColloque. 821-828 (1995)
- K. Nakasaki N. Akakura M. Takemoto, 2000, Predicting the degradation pattern of organic materials in the composting of a fed-batch operation as inferred from the results of a batch operation. J. Mater. Cycles Waste Manag., 2(1), 31-37
- K. Nakasaki, M. Sasaki, M. Shoda, H. Kubota, 1985, Effect

- of Seeding during Thermophilic Composting of Sewage Sludge, *Appl. Environ. Microbiol.*, 49, 724-726
- K. Nakasaki, T. Akiyama, 1988, Effect of Seedling on Thermophilic Composting of household Organic Waste, *J. Ferment. Technol.*, 66, 37-42
- K. S. Yadav, M. M. Mishra, K. K. Kapoor, 1982, The Effect of Fungal Inoculation on Composting, *Agric. wastes*, 4, 329-333
- 国民生活センター, 1996, 家庭用生ごみ処理機のテスト報告書, 1-60
- 久保田宏・中崎清彦, 1993, コンポストによる脱臭, 廃棄物再資源化技術ハンドブック, 建設産業調査会, 168-183
- 久保田克己, 1993, 乳酸菌と酵母による大豆加工副産物の肥料化, 長崎県工業技術センター研究報告, 17, 37-40
- 久保田克己, 1994, 乳酸菌と酵母による大豆加工副産物の肥料化, 長崎県工業技術センター研究報告, 19, 11-14
- 黒島忠司・福岡彰二・井内晃・永井洋三, 1978, おが屑・牛ふん尿混合物の発酵条件-おが屑・牛ふん尿混合物の堆肥化-, 徳島農試研報告, No. 16, 48-57
- 松森信・郡司掛則昭, 2002, 成分調整成型堆肥の果菜類およびダイズに対する施用効果, 九州農業研究, 64, p54
- 松村昭治, 1992, オカラ(豆腐粕)の堆肥化における混合資材の検討, 日本土壌肥科学会誌, 63, 83-85
- 松村昭治・伊藤正浩・大江進・鹿野快男, 1992, オカラ(豆腐粕)の堆肥化とその肥効, 東京農工大農学部農場研究報告, 14, 31-38
- 松崎敏英他, 1985, 都市ごみコンポストの農業利用に関する実証的研究, 神奈川県農業総合研究所研究報告, 127, 1-42
- 宮崎光加・本多勝男・矢島潤, 1995, 密閉型強制発酵機による牛ふんの連続発酵処理試験 III. 白土添加による牛ふんの連続発酵処理試験, 神奈川畜産研報, 85, 43-49
- 宮崎光加・本多勝男・矢島潤, 1995, 密閉型強制発酵機による牛ふんの連続発酵処理試験 IV. 廃油添加による牛ふんの連続発酵処理試験, 神奈川畜産研報, 85, 50-54
- 宮崎玲子, 2003, 県央地域農業改良普及センターにおける土壌分析について, 平成14年度神奈川県地力保全対策協議会土づくり優良事例発表研究会資料 9-15
- 水島孝, 1998, 植木剪定枝葉・刈葉の堆肥化, 圃場と土壌, 30(10, 11), 70-73
- M. KITO・S. OKUNO・Y. HAMADA, 1995, Study on agricultural utilization of coffee residue. Utilization of coffee residue for weed control. ASIC, 16eColloque. 821-828
- 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
- 森下正博・辻博美, 1994, 未利用資源のリサイクル利用資源のリサイクルと野菜栽培, 大阪府立農林技術センター研究報告, 32, 17-21
- 森下正博・日野和裕・大江正温・土山和英, 1994, オカラ堆肥の野菜栽培への利用, 近畿作物, 育種研究, 39, 17-21
- 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
- 長野県野菜花卉試験場, 1993, マッシュミン, 焼酎粕, コーヒーカス, カニガラ の検討 長野県野菜花卉試験場平成5年度試験成績書
- 長野県野菜花卉試験場, 1994, 焼酎粕, コーヒーカスの栄養材利用 長野県野菜花卉試験場平成6年度試験成績書
- 中川尚治・大村浩之・片山弘典・森北浩通・新保秀人・ト部豊之, 2001, バイオ式生ごみ処理機の臭気の性状と脱臭技術, 臭気の研究, 32(4), 200-209
- 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
- NAKASAKI. K. WATANABE. A. KITANO. M. KUBOTA. H., 1992, Effect of Seeding on Thermophilic Composting of Tofu Refuse, 21, 715-719
- 中崎清彦, 1996, コンポスト化処理過程における臭気問題と対策, 臭気の研究, Vol. 27, No. 1, 18-24
- 中崎清彦, 渡辺淳, 片岡稔, 久保田宏, 1993, コンポスト化における種菌の繰り返し使用の効果, 用水と廃水, 35, 518-523
- 中崎清彦, 渡辺淳, 末原憲一郎, 久保田宏, 1994, 種菌がコンポスト化速度に与える影響の評価, 廃棄物学会論文誌, 3, 78-85

- 中崎清彦・大滝昭仁, 1997, コンポスト化において有機物分解を促進する*Bacillus licheniformis* NHIの接種条件の検討, 環境技術, Vol.26, No.3, 45-51
- 中崎清彦他, 1997, ダイオキシン対策に寄与する生ごみ処理, 資源環境対策, 33(15)11-24
- 野口勝憲他, 2000, III 微生物測定法, 堆肥等有機物分析法, 175-192, (財)日本土壌協会, 東京
- 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クラス-, 26-33
- 農村生活総合研究センター編, 1998, 台所からはじまる堆肥づくり 都市厨芥の堆肥化と還元に関する調査, 農村生活総合研究センターコンサルタントレポート58, 3-4
- 農林水産省, 1984, 農林水産省園芸局長通達第1943号「植物に対する害に関する栽培試験の方法」
- 農林水産省, 1995, 環境保全型農業技術指針
- 農林水産省, 1997, 地力増進基本指針
- 農林水産省, 2003, バイオマス・ニッポン総合戦略
- 農林水産省消費・安全局, 2003, 食品のカドミウム対策行動計画
- 農林水産省農業環境技術研究所編, 1995, 農林水産業と環境保全-持続的発展を目指して- 農業環境研究叢書 9
- 農林水産省農蚕園芸局農産課編, 1979, 堆きゅう肥等有機物分析法, 土壌保全資料題56号
- 大迫政浩・光田恵, 1993, 生ごみの処理と臭気防止について, 臭気の研究, 24(3), 176-181
- 大迫政浩・光田恵, 1993, 生ごみの処理と臭気防止について, 臭気の研究, Vol.24, No.3, 176-181
- 大塚紘雄, 1992, 我が国における土壌資源の現状, 圃場と土壌, 24(10, 11), 21-29
- 奥野聡子・鬼頭誠, 1995, コーヒーク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クスマルチの影響-, 日本土壌肥料学会関西支部会講演要旨集, 第91集, p11
- 折原健太郎・上山紀代美・藤原俊六郎, 2002, 家畜ふん堆肥の重金属含有量の特性, 土肥誌73(4), 403-409
- 生物系廃棄物リサイクル研究会, 1999, 生物系廃棄物のリサイクルの現状と課題-循環型経済社会へのナビゲーターとして-
- 柴田るり子・岡田光弘・曾根一幸・高山文雄, 1985, 無機質系土壌改良材が家畜ふんの物性改良に及ぼす影響, 千葉畜セ研報, No.9, 57-62
- 柴田るり子・岡田光弘・曾根一幸・高山文雄, 1986, 有機質資材が家畜ふんの物性改良に及ぼす影響, 千葉畜セ研報, No.10, 71-76
- 末松広行, 2001, 食品リサイクル法とその詳細項目について, 第6回生ごみリサイクル全国交流大会資料集, 3-32
- 水産庁, 2003, 水産物に含まれるカドミウムの実態調査結果について
- 鈴木邦威, 1993, 生物脱臭における腐植質の応用, 臭気の研究, Vol.24, No.3, 157-167
- 鈴木雄一他, 1996, ウスヒラタケの自然増殖基質としてのコーヒークス 日本菌学会第40回大会講演要旨集
- 臭気対策研究協会, 1994, ビートを中心とした生物脱臭の機構と脱臭能, 生物脱臭の基礎と応用, (社)臭気対策研究協会, 141-154
- 高橋英一, 1991, 耐塩性植物と塩性環境の農業利用, 塩集積土壌と農業 日本土壌肥料学会編, 148-154, 博友社, 東京
- 高橋英一, 2000, 土壌の働きと根圏環境 ナトリウム(養分の動態), 農業技術体系 土壌施肥編第1巻, 185-188, 農文協, 東京
- 高橋和彦・若沢秀幸・山下春吉, 1984, コーヒークスの有効利用-コーヒークス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
- 高梨太志, 2000, 食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律について, 廃棄物学会誌, 11(5), 332-343
- 武田甲・竹本稔・推名清二・藤原俊六郎, 2000, 露地作物に対する施用法確立試験, 平成12年度神奈川県農総研試験研究成績書(農業環境)267-270
- 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クス単独堆肥の製造 神奈川農総研報, 137, 35-42
- 竹本稔, 川村英輔, 藤原俊六郎, ハウス乾燥方式により神奈川県内で生産された牛ふん堆肥の特徴, 日本土壌肥料学雑誌, 73(2), 161-163(2002)
- 竹本稔・高橋通正・鈴木義治, 2002, 生ごみ処理装置における生ごみ分解関連因子の検討, 環境技術, Vol.31 No.3, 222-230
- 竹本稔・藤原俊六郎, 1997, コーヒークスの植物生育阻害因子に関する研究 神奈川農総研報, 138, 31-40
- 田村正俊, 2001, 横須賀三浦地域農業改良普及センター管内における土壌分析について, 平成12年度神奈



- 川県地力保全対策協議会土づくり優良事例発表研究会資料 1-9
- 谷川昇・武本敏男・大木秀男・川崎照夫, 1997, 生ごみの細組成, 都市清掃, 50, (217), 116-119
- 東京都消費生活センター試験研究室, 1997, 家庭用生ごみ処理機一試買テスト結果について, 1-26,
- 東京都清掃局, 1998, 事業系生ごみに係わる使用量・排出量及び内容物その他の調査
- 柘植利久・玉井元治・日野克彦, 1977, 粉粒状灰分を用いた家畜ふん尿の発酵処理とその有機質肥料化(1), 畜産の研究, Vol.31, No.7, 844-848
- 柘植利久・玉井元治・日野克彦, 1977, 粉粒状灰分を用いた家畜ふん尿の発酵処理とその有機質肥料化(2), 畜産の研究, Vol.31, No.8, 967-969
- 中央畜産会編, 2000, 堆肥化と腐熟, 堆肥化施設設計マニュアル, 中央畜産会, 16-23
- 内村 泰・岡田早苗, 1992, 乳酸菌実験マニュアルー分離から同定までー, 朝倉書店
- 渡辺篤二, 1994, 大豆加工食品副産物(おから)の高度利用技術の開発, 研究ジャーナル, 17, No8, 6-11
- 渡辺和夫, 1991, ブナシメジ栽培における培地材料の検討 奈良県林試林業資料
- 渡辺輝夫, 1995, プラスチックハウス乾燥方式, 畜産環境対策大事典, 217-226, 農文協, 東京
- 山田裕・上山紀代美, 2001, 土壌環境基礎定点調査 県内農耕地土壌の作土深と化学性の20年間の変遷 神奈川県農業総合研究所平成12年度試験研究成績書(農業環境)165-170
- 山田良三・日置雅之・関稔・早川岩夫, 2000, ブレンドおよび成型家畜ふん堆肥の露地野菜に対する肥料代替効果, 土肥誌, 71(5), 710-713
- 山口武則他, 2000, II成分分析法, 堆肥等有機物分析法, 18-174, (財)日本土壌協会, 東京
- 山里一英・宇田川俊一他編集, 1990, 微生物の分離法, エヌ・ティー・エス(R&Dプランニング)
- 山本克己, 2003, 成分調整成型堆肥の生産とダイズ, コムギの減化学肥料栽培への利用, 農林水産研究ジャーナル, 26(11), 34-39
- 山本勝彦・三沢真一・豊田勝, 1999, 家庭における生ごみ排出量及び生ごみ処理容器による生ごみ堆肥化調査, 都市清掃, 52, (229), 140-146
- 横山美香子, 2000, 横浜市緑化センターにおける分析事業について, 平成11年度神奈川県地力保全対策協議会土づくり優良事例発表研究会資料 11-19
- 吉田輝久・伊藤一・柏原孝夫, 1984, コンポスト使用による養鶏場の脱臭と使用済コンポストの肥料効果, 畜産の研究, Vol.38, No.2, 275-278
- 吉池昭夫, 1982, 我が国の地力の実態と変化, 農業及び園芸, 57(1), 110-116
- 吉牟田満, 2002, 湘南地域農業改良普及センターにおける土壌分析について, 平成13年度神奈川県地力保全対策協議会土づくり優良事例発表研究会資料 9-27
- 有機質資源化推進会議編, 1997, 第2章 素材別・堆肥化の方法と利用, 有機廃棄物資源化大事典, 141-382, 農文協
- 有機質資源化推進会議編, 1997, 第3章 優良地域事例, 有機廃棄物資源化大事典, 383-451, 農文協
- 有機性汚泥の緑農地利用委員会, 1996, 有機性汚泥の緑農地利用, 127-136, 博友社
- (財)外食産業総合調査研究センター, 1999, 事例でみる生ごみ・残飯類の減量化・資源化の手引き-外食産業を中心に-
- (財)佐川先端科学技術振興財団, 1992, 食品工業におけるバイオリサイクルに関する研究 第5回助成研究報告書
- (財)日本食品分析センター編, 2001, 分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説, 37-45, 中央法規出版(株)
- (財)労働科学研究所, 1992, 堆肥化システム推進実態調査結果, 1-116
- 全国食品リサイクル協会, 2003, 食品リサイクル堆肥についての品質基準

平成 18 年 3 月 発行  
神奈川県農業技術センター  
研究報告  
第 148 号

神奈川県農業技術センター  
〒 259-1204 神奈川県平塚市上吉沢  
TEL(0463)58-0333  
FAX(0463)58-4254

Kanagawa Agricultural Technology Center  
1617, Kamikisawa  
Hirataka, Kanagawa, 259-1204  
Japan

印刷所  
湘南グッド



神奈川県

農業技術センター

平塚市上吉沢1617 〒259-1204 電話(0463)58-0333(代表)



資源を大切に

この本は、再生紙を使用しています