

R-01-2008

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第20号

特 定 研 究

「山梨県内における生ごみの循環型処理に関する評価研究」

平成19年度

山梨県環境科学研究所

R-01-2008

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第20号

特 定 研 究

「山梨県内における生ごみの循環型処理に関する評価研究」

平成19年度

山梨県環境科学研究所

はじめに

山梨県は、富士山に抱かれた豊かな自然環境に恵まれ、その美しい景観は県民だけにとどまらず、全ての日本人の誇りである。また、この雄大な自然の恩恵にあずかり、県内は果樹作物を代表とする豊富な農産資源に恵まれている。なかでも、ぶどうは日本有数の産地であり、それと共にワイン産業を主とする地場産業が発達してきた。

この様に、我々は地域に特有な資源を活かし、その特性に合致した産業を発達させる事によって、豊かな生活を手に入れ経済発展を進めてきた。しかし、近年の社会においては企業の利潤・利益や個人の利便性が優先され、大量生産・大量消費・大量廃棄の使い捨て文化が定着してしまうこととなった。限りある資源を大量に消費し、膨大な量の廃棄物が排出されるという社会システムの中で、廃棄物とはとにかく目の前から消すということが優先され、発生抑制やリサイクル、減容化などの適正な処理はされることはなく、単なる焼却や埋立による処理しかなされてこなかった。

しかし、近年の我が国の物質フローをみると、輸出される資源は極端に少ない一方で、輸入品が多いため、国内で消費・蓄積される廃棄物が非常に多くなっている。資源の少ない我が国が持続可能な発展を続けていくためには、この問題を直視し、廃棄物を含む限りある資源をいかに有効に利用していくかが今後の大きな課題である。

山梨県でも、生ゴミをはじめとする家庭系廃棄物の処理が問題となっており、その適正処理と、有効な利用方法の模索が求められている。また、県内では特に、ワイン産業から発生するぶどう搾り滓が問題となっており、その新たな有効利用の方法についても、研究開発を求める声が挙がっている。

この研究は、特定研究として山梨県森林環境部再資源化システム推進室の依頼と協力の下に、山梨県内での家庭系食品廃棄物の様々な循環型処理を調査評価し、県内における廃棄物の適した有効な利用方法と新しい処理方法を提案したものである。この研究を初めとする様々な取り組みにより、豊かな自然環境の保全と、限りある資源の有効活用を促進し、持続可能な発展を行うことができる循環型社会を形成する上での一助と成ることを期待する。

平成 20 年 3 月

山梨県環境科学研究所

所 長 荒 牧 重 雄

目 次

はじめに

概要編

I 特定研究の概要

I－1	研究テーマおよび研究期間	1
I－2	研究体制	1
I－3	研究目的	1
I－4	研究成果の概要	1
1	生ごみリサイクルの現状	1
2	自治体における生ごみのメタン発酵処理の現状	1
3	家庭系生ごみリサイクルに関する市町村の意識	2
4	生ごみ堆肥化の消臭処理に関する研究	2

本編

II 研究成果報告

II－1	はじめに	5
II－2	生ごみリサイクルの現状	6
2－1	リサイクルに関する法制度	6
2－2	生ごみの現状	7
2－3	リサイクル手法の分類	8
2－4	各リサイクル手法の現状と課題	9
(1)	好気性発酵	9
(2)	飼料化	10
(3)	嫌気性発酵	10
(4)	廃棄物固形燃料化（RDF：Refuse Derived Fuel）	13

(5) 炭化	14 -
(6) バイオディーゼル燃料化 (BDF : Bio Diesel Fuel)	14 -
(7) ディスポーザー	15 -
2-5 考察	15 -
II-3 自治体における生ごみのメタン発酵処理の現状	16 -
3-1 背景	16 -
3-2 メタン発酵処理の現状	16 -
3-2-1 施設の現状	16 -
3-2-2 プラントの運転状況	21 -
3-2-3 処理システム	24 -
3-3 考察	27 -
II-4 家庭系生ごみリサイクルに関する市町村の意識	28 -
4-1 背景	28 -
4-2 調査方法	28 -
4-3 調査結果	28 -
4-4 リサイクルの現状	28 -
4-5 手法について	31 -
4-6 主体について	36 -
4-7 リサイクル時の要望	38 -
4-8 考察	43 -
II-5 生ごみ堆肥化の消臭処理に関する研究	44 -
5-1 背景	44 -
5-2 堆肥の悪臭測定	44 -
5-2-1 はじめに	44 -
5-2-2 実験方法	45 -
5-2-3 結果と考察	46 -
5-2-4 まとめ	50 -
5-3 ポリフェノール類による堆肥化の消臭	50 -
5-3-1 はじめに	50 -
5-3-2 実験方法	50 -
5-3-3 結果と考察	50 -
5-3-4 まとめ	54 -
5-4 考察	54 -
References	55 -

概要編

I 特定研究の概要

I-1 研究テーマおよび研究期間

研究テーマ：

山梨県内における生ごみの循環型処理に関する評価研究

研究期間：

平成 15 年度～平成 17 年度（3 年間）

依頼元：

山梨県森林環境部再資源化システム推進室

I-2 研究体制

研究代表者： 佐野慶一郎（環境資源学研究室）

共同研究者： 齊藤奈々子（九州工業大学）

西巻通代（環境資源学研究室）

横田 勇（静岡県立大学）

金子栄廣（山梨大学）

平山けい子（山梨大学）

I-3 研究目的

現代社会は高度経済成長のもと、物質的充足、生活の利便性、環境の快適さを追求し続け大変豊かな社会となった。一方では、大量生産、大量消費、大量廃棄、使い捨て文化の社会構造が生まれ、資源の枯渇と廃棄物の増大に拍車をかけることとなった。政府は 21 世紀の新たな地球環境との共存を柱に、循環型社会システムの構築を目指し 2001 年 6 月『循環型社会形成推進基本法』を公布した。そのような背景の下、廃棄物はこれまで焼却・埋立処理が行われてきたが、現在では資源として捉えられリサイクル循環させる様々な方法が検討・実用化されている。しかし、その中で生ゴミは組成の不均質、分別回収の困難さ、高水分含量などの性質的問題とそれに付随する処理コストの高騰から、最適なりサイクル方法が見つかっていない。山梨県でも生ごみ処理の問題は深刻化しており、焼却処理を行う場合でも地域的特性から回収コストがかかるため、自治体の負担が大きく、地域に即した最適な処理方法の開発が求められている。また、県内では、ワイン産業から発生するぶどう搾り滓を産業廃棄物として処理しており、更なる生ごみの増大につながっている。だが、ぶどう搾り滓には豊富にポリフェノールが含有されており、その消臭効果は近年注目されて

いる。このぶどう搾り滓を利用し、悪臭の少ない生ごみの処理が可能であれば、産業廃棄物の有効利用策としても期待できる。しかしながら、県内をはじめ全国において、主体的に生ごみの処理を行っている自治体の意識調査や直面する現状の課題について等、広い視点でまとめられた報告は少ない。さらに、生ごみをリサイクルするにあたり最も重要である排出側の地域住民への意識調査も殆どなされていない。そこで本研究では、全国で実施されている生ごみ処理の実態や課題を調査し、各処理方法の長所短所をふまえ、自治体や地域住民への意識調査を行うことにより生ごみ処理の問題点を把握すると同時に、ぶどう搾り滓による悪臭の低減効果について検討を行い、山梨県に適した新しい生ごみの処理方法を提案することを目的とした。さらに、この研究により県内の生ごみの減量化と循環型処理の実用化を推進してゆきたい。

I-4 研究成果の概要

1 生ごみリサイクルの現状

家庭から排出される廃棄物の約 4 割（湿潤重量換算）が生ごみであり、その処理に適用されている技術は幅が広く、開発段階の技術も多い。また、政策面においてもバイオマス・ニッポン総合戦略を始め、食品リサイクル法など、基盤整備も始められている。

生ごみのリサイクルの現状では、飼料化、コンポスト化、バイオガス化が検討され、種々の生ごみ処理装置及びデイスポーザーが、各種メーカーから製品化され、生ごみの排出量の多い食品加工業、ホテル、レストラン等の事業所で使用されている。また、飼料化、コンポスト化、バイオガス化は、従来から生ごみ処理として利用されてきた実績ある技術ではあるが、資源化する場合には、生ごみの鮮度や処理により生じる生成物の市場価値とその価値を確保するための挟雑物除去や塩分、油分等が問題となる。しかしながら、生ごみは、バイオマス資源として高いポテンシャルエネルギーをもっているため、今後、循環型社会の形成に向けて生ごみ処理の技術開発は一層進むであろう。

2 自治体における生ごみのメタン発酵処理の現状

今回検討を行なった生ごみのメタン発酵処理施設の中で、家庭系生ごみを扱う施設は全体のおよそ半分であった。

主な要因は、量と質の不安定性であり、事業系生ごみのような質の高さが必要とされている。生ごみを扱うメタン発酵処理施設は、ほとんどが汚泥再生処理センターとして稼働しており、同じ有機系廃棄物（し尿等）と混合処理を行っており、生ごみのみを単独処理している施設は数少ない。なぜなら、メタン発酵には水分が多く必要であるため、生ごみと混合処理することで効率化を図ることが出来るからである。それと同時に、汚泥再生処理センターは国庫補助対象であることも大きな理由の一つである。また、メタン発酵処理は槽内を最低 30℃以上に加温する必要があるため、冬場の処理が懸念されたが、支障をきたすケースは見られず処理自体は全国的に採用が可能である。しかし、メタン発酵後に排出される消化液が課題であり高度な污水处理施設が必要となるため、単独の自治体での設備導入はコスト面で負担が大きい。現状のメタン発酵処理としては、環境負荷軽減に重点を置き、売電による費用負担の軽減策などを検討し評価していく必要がある。

3 家庭系生ごみリサイクルに関する市町村の意識

全国の自治体における生ごみ処理の現状は、大多数が焼却処理であり、生ごみのリサイクルを実行、または検討している自治体は、ごく僅かであった。生ごみをリサイクルすることで、最終処分場の使用低減や、二酸化炭素の発生抑制など、大きな効果が得られる。しかしながら、少量分散型の家庭系生ごみのリサイクルは回収や分別の徹底など、住民の協力無しには難しいのが現状である。生ごみのリサイクル手法に関して、堆肥化を最適とする回答が多く見られたが、施設建設用の広い用地が必要であり、さらに経費もかかることから実現は不可能との指摘も見られた。また、生ごみの処理手法に関して新たなリサイクル技術の開発を求める意見が多く見られた。生ごみの処理の実用化は、人口数や居住区、住民の協力や施設の場所確保など、地域により異なり、選択できる生ごみのリサイクル手法は異なると考える。

なお、生ごみのリサイクルを行なう主体は、家庭が望ましいという回答が多く、自治体が回収して、リサイクルする手間を考慮すると、発生源である家庭での処理が理想とされた。各家庭から扱いの難しい生ごみを大規模に回収、リサイクルすることは、コストと手間が大きくなり、現状より生ごみの処理が煩雑になるという考えである。生ごみは、家庭内での少量単位で扱いやすい時点で処理することが望ましいと考えられている。しかし、家庭での処理を推進させるためには、これまでのごみ回収の利便性より高いメリットが生まれる経済的な補助制度をはじめとするインセンティブが必要である。これは、生ごみのリサイクルに必要なことの設問において、財政

的支援の回答が一番多かったことよりうかがわれる。また、生ごみのリサイクル手法は、各地域において最適手法が異なるが、制度基盤の地域差は小さいと思われる。制度的基盤の整備を国が行い、処理や回収法の検討を地域で行なうなど、地域単独での事業ではない広域的な形態をとることで、全国的に生ごみ処理が実地されることが期待される。今回の調査では、山梨県と静岡県の一県内自治体の大部分が生ごみのリサイクルに対する長短とその必要性を理解してはいるが、現時点では、その長所よりも解決すべき課題が多いというのが現状であった。

4 生ごみ堆肥化の消臭処理に関する研究

ブドウポリフェノールの一種であるプロアントシアニジンの主成分とするぶどう種子抽出物とポリフェノールを含むぶどう滓、茶殻、コーヒーかすに、堆肥化過程で発生する主要な臭気成分であるアンモニアの発生抑制、消臭の即効性を確認する実験を行った。また、脱臭剤等に広く使用されている活性炭を比較物質として用いた。

まず、人為的に尿素を添加しアンモニアの発生を促進したコンポストに段階的に各種消臭添加剤の量を変えて、そのアンモニア発生濃度の経時変化を追跡した。その結果、ぶどう種子抽出物、ぶどう滓、茶殻およびコーヒーかすは、活性炭に比べて高いアンモニア発生抑制効果を示すことが分かった。なかでも、ぶどう種子抽出物とぶどう滓は即効性があり、臭気対策につながることが期待される。実用面からは、山梨県内でワイン製造業等から排出されるぶどう種子抽出物を乾燥して保存が利くようにしておいて使用すれば、堆肥化処理の臭気対策と産業廃棄物の有効利用との両面でのメリットが期待できる。

さらに、ぶどう種子抽出物を添加した場合と添加しなかった場合のコンポストの pH、アンモニア発生濃度ならびに残存率の推移について検討を行った。その結果、堆肥化反応の進行に関しては、ぶどう種子抽出物を添加しても残存率や pH の面で無添加の場合と同様に反応が進むことが確認された。一方、アンモニアの発生に関しては、ぶどう種子抽出物を添加した場合とも、無添加に比べ、その発生量が抑制されることがわかった。また、活性炭とぶどう種子抽出物は同量をコンポスト材料に添加した実験も行ったが、活性炭よりもぶどう種子抽出物の方がアンモニアの発生抑制効果は高いことが確認された。以上のことより、堆肥化する際に発生するアンモニアは、ぶどう種子抽出物やぶどう滓などのポリフェノールを含む植物性の食品残さを添加することで、発生を抑制することができ、堆肥化の反応効率自体には影響を与えないことが確認された。今後は、山梨県内での生ごみ処理の消臭剤として、ぶどう種子抽出物の利用が期待される。

本 編

Ⅱ 研究成果報告

Ⅱ－１ はじめに

我々が生活の場とする地球は、46 億年前から数々の大きな変動を繰り返し活動してきた。そのため、活動による気候変動等が活発に起き、様々な環境変化が続けてきた。しかし、近年自然の活動だけではなく、人為的な活動による環境の変動が顕著に表れ始めている¹⁾。わが国においては戦後急速な経済発展を遂げ、私たちの暮らしは豊かになり、利便性に富んだ人間にとって住みやすい社会システムが形成された。このシステムにより、大量生産、大量消費、大量廃棄という物流が形成され、廃棄物が増え続ける社会を生み出した。その結果わが国の廃棄物発生量は増加し続け、埋立地のひっ迫や焼却施設の稼働が追い付かないなど廃棄物処理に関して非常に厳しい状況となっている²⁾。わが国は国土面積が狭く、廃棄物の増加に対応して最終処分場や焼却施設の増設は容易ではないため、問題が表面化している。また、廃棄物の焼却時において、排出されるガス中に多量のダイオキシン類が含まれていることが問題となり、平成 11 年 3 月にダイオキシン対策推進基本指針が閣僚会議により策定され、平成 11 年 7 月にはダイオキシン類対策特別措置法が成立した。これによりダイオキシン類の排出削減対策が強化され、焼却施設の 24 時間運転や、高温処理によるダイオキシン類の分解等によるダイオキシン対策が取られるようになった。ここで、ダイオキシン発生の一の原因となっているのが生ごみ中に含まれる水分である。生ごみは家庭系廃棄物の湿重量比で約半分を占めており、焼却処理する際、炉内の温度を下げるため、高温での焼却処理が出来ず、ダイオキシンの発生を招いている。また、水分が多い生ごみは、腐敗しやすいためごみの排出、収集時の悪臭の原因にもなっている。このように生ごみは非常に扱いが難しい廃棄物である。しかし、生ごみは有機性廃棄物であることから、昔はそのまま、または堆肥化されて肥料として畑に蒔かれ、作物へと還元される有機物の循環が行われていた。現在、生ごみは、バイオマス資源であることが認識されて来ており循環資源としての利用が期待されている。この生ごみをリサイクルし、再利用することは、廃棄物処理の観点において重要なことである。また、昨今では、産業活動による二酸化炭素濃度の上昇³⁾や温室効果ガスによる地球温暖化等^{4) 5)}、環境問題が深刻化しており、世界規模で、二酸化炭素排出量の削減は重要な課題となっている。植物由来のバイオマスは、成長過程で地球上の二酸化炭素を吸収し固定化しているため、燃焼しても自らが吸収した二酸化炭素を放出するだけであるため、地球上の二酸化炭素総量の増減には影響を与えない（カーボンニュートラル）と考えられている^{6) 7)}。このような特徴を持つバイオマスを用い

ることにより、環境負荷が軽減され、環境問題の改善につながると考えられる。さらにバイオマスをリサイクルすることにより、地球環境問題の悪化を食い止めることが可能と考えられる。このような背景の下、近年生ごみリサイクルが注目されているが、生ごみの処理手法、生ごみ処理の現状や課題、生ごみ処理を行なう主体である自治体の意識などを、広い視点よりまとめた報告は少ない。本研究では、生ごみ処理における現状と課題を、文献や実際の調査などをふまえ検討した。

II-2 生ごみリサイクルの現状

2-1 リサイクルに関する法制度

わが国の廃棄物処理は、焼却処理を中心とした中間処理と、埋立による最終処分が実施されているが、最近の急激な廃棄物量の増加や廃棄物の多種・多様化は、廃棄物処理施設に過負荷を起し適正な処理が困難となっている。平成 3 年に改正された「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」には廃棄物の排出を抑制し、分別や資源化等の促進が明文化され、これに対応して、廃棄物処理はこれまでの廃棄物処理施設依存型から、廃棄物の排出抑制型へ転換する必要がある。特に、リサイクルにおいては廃棄物排出抑制のための新しい管理システム等、排出源での廃棄物管理の必要性が求められている。また、平成 12 年 5 月 30 日、第 147 国会で「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（いわゆる食品リサイクル法）が成立し、平成 13 年 5 月 1 日より施行された。この法律は、同国会において成立した他の 5 つの循環型社会形成関連法や、その前年に成立した家畜排せつ物の管理の適正化を定める法律などと同様に循環型社会形成を促進することを目的としている。またこれらの基本法となる法律が平成 12 年 5 月 26 日成立、同年 6 月 2 日公布の「循環型社会形成推進基本法」である。この法律は、今後の社会について、循環型社会の形成を推進する基本的な枠組みとなる法律として、①リサイクル関連施策を総合的に推進するために必要な事項を定めるとともに、②各省において進められるテーマ別の廃棄物・リサイクル関係法律の整備と相まって、循環型社会を形成するための取組みの実効を図るもの、とされている。これを受け、個別の具体的施策を行なうための個別法が形成された⁸⁾。法体系を図 2-1 に示す。

法制度では、主に以下のような法律により、食品廃棄物リサイクルが整備されている。

・「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（廃棄物処理法）⁹⁾

①一般廃棄物と産業廃棄物の混合処理について：家庭系生ごみ、事業系生ごみと家畜ふん尿や下水汚泥などを併せて処理することは、一般廃棄物と産業廃棄物の混合処理に相当する。市町村はこれらを併せて処理することができる（法第 6 条の 2 第 1 項、法第 10 条第 2 項）。

②施設設置許可について：市町村が行なう場合は一般廃棄物処理施設という位置づけで処理を行なうことができる。

③収集・運搬について：生ごみの収集・運搬については排出者自らが運搬する場合を除き、市長村及び市町村から委託を受けた者以外については市町村長による一般廃棄物の収集運搬の許可が必要である。なお、食品リサ

イクル法により、廃棄物処理法の特例として、荷下ろしに係る収集運搬業の市町村許可は不要である。

・「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）

食品リサイクル法は、食品に係る資源の有効な利用の確保及び食品に係る廃棄物の排出の抑制等を目的としている。このため、本法においては、この目的を達成するために推進すべき行為として、食品廃棄物等の発生の抑制及び減量、食品循環資源の再生利用を位置づけ、消費者、事業者、国、地方公共団体等の食品循環資源の再生利用等の推進に係わる各主体に対し、それぞれの役割に応じた責務を定めている。またこれらのうち、事業活動に伴って食品廃棄物等を発生させる食品事業者等については、その食品循環資源の再生利用等の推進に当たっての役割の重要性を踏まえ、これを食品リサイクル法上の食品関連事業者を位置づけ、再生利用等の実施目標の達成とその取組みにあたっての基準の 遵守を義務付けている。尚、対象とする「食品廃棄物等」とは、以下に定義するものである¹⁰⁾。

- ① 食品*が食用に供された後に、または食用に供されずに廃棄されたもの
- ② 食品*の製造、加工または調理の過程において副次的に得られた物品のうち食用に供することができないもの

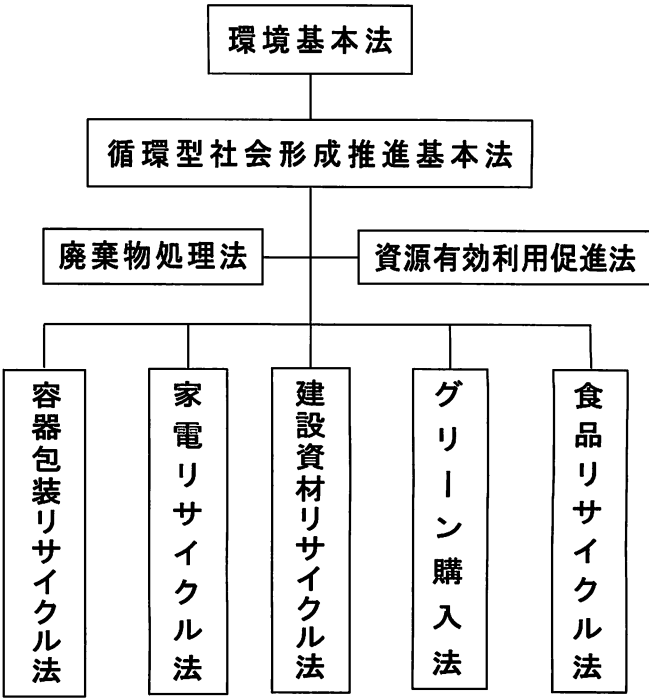


図 2-1 循環型社会形成のための法体系

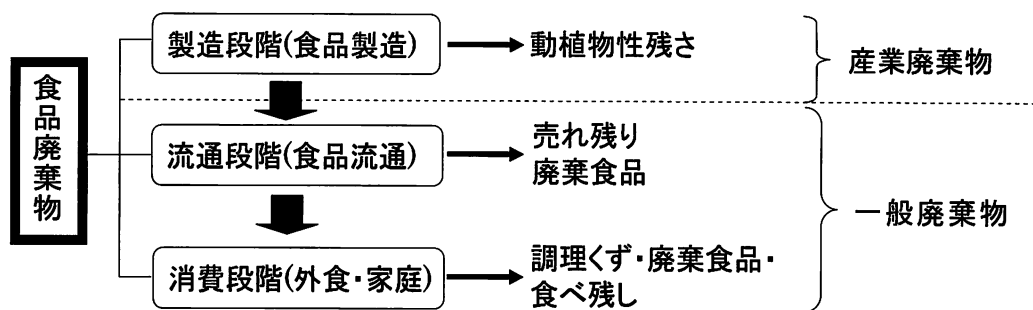


図 2-2 食品廃棄物の分類

廃棄物には、指定された形態の業種より排出される産業廃棄物と、それ以外の一般廃棄物がある。一般廃棄物は事業者の排出する事業系廃棄物と主に家庭から排出される家庭系廃棄物がある。図 2-2 のような区分分けがされている。

産業廃棄物や事業系廃棄物は事業者が処理費を負担し、処理を行なうのに対し、家庭系の廃棄物では、処理は自治体により行なわれている。産業廃棄物や一般事業系廃棄物では、発生する食品廃棄物の質や量は比較的安定しているが、一般廃棄物では、各家庭から少量ずつ、質の不安定な食品廃棄物が発生することが特徴としてあげられる。

2-2 生ごみの現状

食品廃棄物は昔から、有機肥料として再利用されてきた歴史がある。しかし、経済発展、都市発展が進み農地が減少したことや、安価な化学肥料の利用量が増加したことから、食品廃棄物を堆肥化し土地に還元するシステムがすべての地域に成り立つわけではなくなっている。現在の食品廃棄物のリサイクルは、一定の質と量が確保できる産業廃棄物や事業系一般廃棄物において多く行なわれている。しかし、食品廃棄物は、図 2-3 に示すように、家庭系一般廃棄物の発生量が半分以上を占めている。

図 2-3 より、食品廃棄物の半数は一般家庭より排出される食品廃棄物(生ごみ)であることがわかる。平成 12 年には「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(通称食品リサイクル法)」が施行され、産業廃棄物や事業系の食品廃棄物のリサイクルが盛んになった。しかし、食品廃棄物の半数を占める家庭から出る生ごみ処理は進んでいない。一般廃棄物、産業廃棄物それぞれがどのように処理されているかを表 2-1 に示す。

表 2-1 を見ると、産業廃棄物や、事業系廃棄物から排出される食品廃棄物においては、リサイクルの動きが見られる。しかし、食品廃棄物中の半数を占める家庭系一

般廃棄物からの再生利用がほぼ行なわれていないことがわかる。

これより食品廃棄物のリサイクルを考えるには、家庭から出る食品廃棄物について考慮していかななくてはならないことがわかる。それぞれの廃棄物においても、再生利用状況を見ると、家庭系一般廃棄物のほとんどが焼却されていることもあり、全体でも 88%は焼却処理されている。

また生ごみの処理は他の廃棄物と大きく異なり、多量の水分を含有している。表 2-1 に組成別の水分量を示す。表 2-2 では、食品廃棄物を「厨芥」として表わしている。

このように厨芥の水分含有量は他の可燃物に比べ、非常に高い値を示している。この水分が、他の可燃物とは大きく異なる点である。それゆえに、処理時には生ごみの特質に合わせた処理法の適用が必要となる。

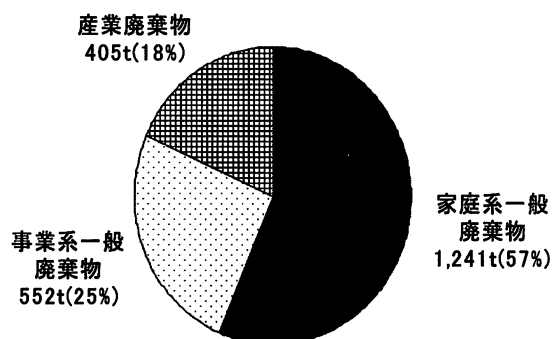


図 2-3 食品廃棄物の分類別排出量

*: ここでいう「食品」とは、飲食料品のうち薬事法(昭和 35 年法律第 145 号)に規定する医薬品及び医薬部外品以外のものとされている。このため、医薬品の製造工場等で発生する動植物性の加工残さ等は、食品廃棄物には含まれない。

表 2-1 食品廃棄物の再生利用状況

(上段：万t、下段：発生量に占める割合%)

	発生量	処分量				
		焼却・埋立量	再生利用量			
			肥料化	飼料化	その他	計
一般廃棄物	1,793	1,713 96%	—	—	—	80 4%
うち家庭系	1,241	1,232 99%	—	—	—	9 1%
うち事務系	552	481 87%	44 8%	17 3%	10 2%	71 13%
産業廃棄物	405	219 54%	91 22%	88 22%	7 2%	186 46%
合計	2,198	1,932 88%	—	—	—	266 12%

(出展)

環境省「日本の廃棄物」、「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」及び農林水産省「平成13年食
循環資源の再生利用等実態調査」より、農林水産省・環境省試算

2-3 リサイクル手法の分類

生ごみ処理は、表 2-2 からわかるように水分を多く含んでいる特性から、可燃物との焼却処理以外の選択肢も検討が可能である。そのような生ごみの処理を行なう上で、重要な点は生成物の消費先である。それは、生成物の需要が無い場合リサイクルにはならないためである。現在、生ごみの処理技術は多く開発されている。

本章ではその処理手法の分類及びそれぞれの手法の特徴等を検討する。ここでは、現在実用、開発されている生ごみ処理に適用可能な処理手法を分類する。生ごみリサイクルでは、生成物の需要が考慮すべき課題の一つである。そのため、生成物に注目し、分類を行なった。まず、生ごみ処理手法によって分類する。
これは生成物が再生利用可能かで分別を行なう。

表 2-2 組成別水分含有量 (水分量:%)

不燃物			可燃物						雑物
ガラス	陶器・石	金属	ゴム・皮革	プラスチック	厨芥	木	紙	布	
0.8	1.7	14.6	17.5	27.7	75.6	46.2	32.4	25.2	44.4

(資料:仙台市環境局 平成11年度検査年報)

表 2-3 生ごみの処理手法

	処理	処理手法	主な生成物	現状
生ごみ	再生利用可能 (循環型)	好気性発酵	堆肥	実用可
		飼料化	飼料	実用可
		嫌気性発酵	バイオガス・堆肥	実用可
		固形燃料(RDF)化	固形燃料(RDF)	実用可
		炭化	炭化物	実用可
		バイオディーゼル燃料化	バイオディーゼル燃料 (Bio Diesel Fuel:BDF)	実用可
		生分解性プラスチック化 (乳酸発酵)	生分解性プラスチック	開発中
	再生利用不可能 (一方通行型)	ディスポーザー	処理水	実用可
		超臨界水処理	二酸化炭素＋水	開発中
		海洋投棄	—	廃止

*：ここで「現在実用化されている技術」とは、表 2-3 の現状欄に「実用可」と示されている手法のことを指す。

処理後生成物が他の用途として再利用可能であれば、「再生利用可能（循環型）」の処理、一方処理後生成物が再利用不可能なものは「再生利用不可能（一方通行型）」処理とした。現在、生ごみリサイクル技術として実用化されている技術は、循環型では、好気性発酵、飼料化、嫌気性発酵、固形燃料（Refuse Derived Fuel、以下 RDF）化、炭化等である。一方通行型では、ディスポーザーによる生ごみの破碎処理がある。この処理において発生する汚泥はリサイクル可能であるが、この処理手法のみではリサイクルとは言えないため、一方通行型処理とした。尚、これまで海洋投棄が一部地域で行なわれていたが、2007年に全廃される見込みとなっている。現在、生ごみに適用され得る技術を表 2-3 にまとめる。

主に実用可能とされている技術は循環型技術である。リサイクルという観点に加え、生成物が別の場所で利用できる事も考慮し、リサイクル技術が多く研究・開発されている。これらの処理手法は、それぞれどのような特徴を持ち、どのような課題があるのだろうか。現在実用化されている手法*の活用状況を、個々の手法ごとに以下で考察する。

2-4 各リサイクル手法の現状と課題

(1) 好気性発酵

好気性発酵による堆肥化は、古くから農家等において行なわれてきた。畜糞やワラなどの混合物を好気的環境下（酸素存在下）で堆積させ、微生物の働きによる発酵・分解を行なっている。この生成物をコンポストと呼び、窒素などの養分を含むことから肥料としての用途を持つ。近年では、下水汚泥や都市ごみなどを原料として、有機肥料の製造が全国各地で行なわれている。

藤田は、堆肥化施設は製造施設であって、廃棄物処理においてはサブプラントであると位置づけることにより次のような利点が生まれるとしている¹¹⁾。

- ①原料が選べる：サブプラントとした場合は、コンポストに適した原料だけを選ぶことが可能である。
- ②選別装置の簡素化と歩留まりの向上：コンポストに適した原料だけを対象とすれば、選別装置が簡素となり、その結果歩留まりが向上し、選別かすの処理費用が低減する。
- ③製品の品質：コンポストに適した原料が選べることは、製品の品質が安定し、良品の製品を供給でき、結果として需要が増加する。
- ④メインプラントの機能補完：廃棄物処理においてはサブプラントではあるが、他の施設の廃棄物量を低減するほかに、廃棄物の熱量を改善してエネルギー回収量を増やすことができる。また、場合によっては、廃棄物処分場の覆土材を供給することもできる。

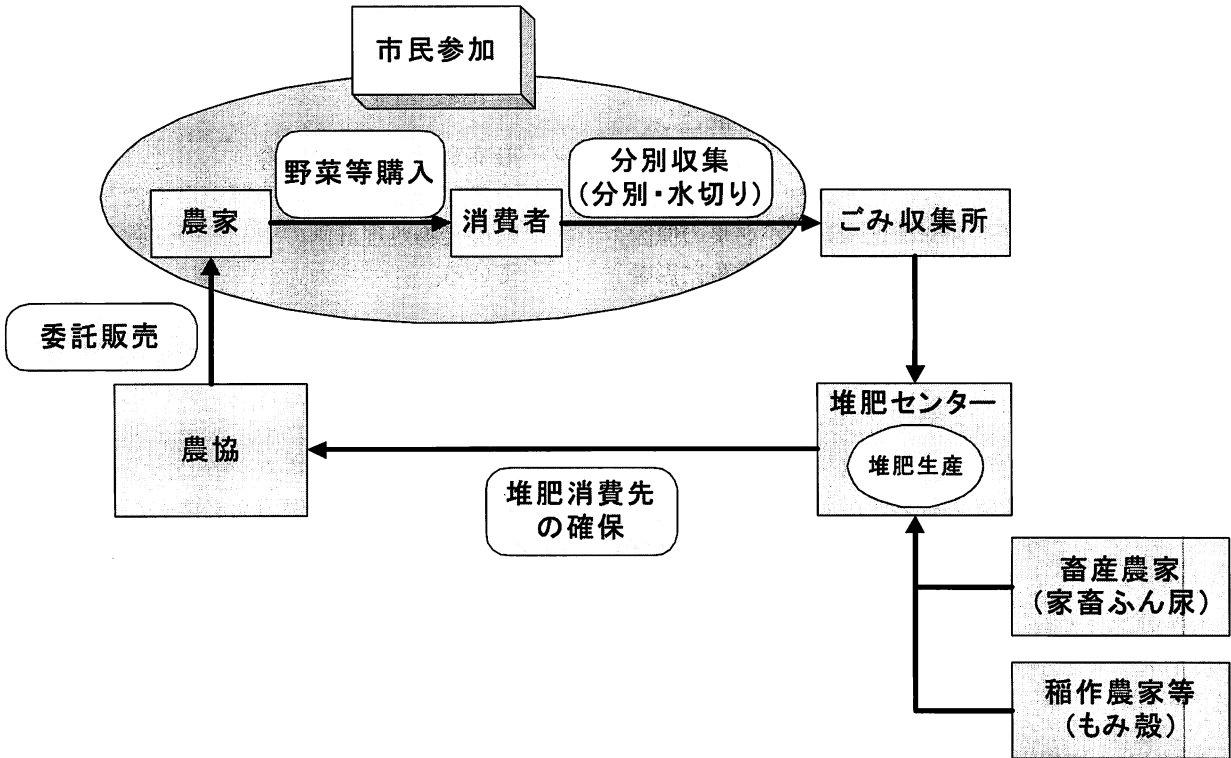


図 2-4 長井レインボープランにおけるリサイクルシステム¹²⁾

このように、堆肥化は廃棄物処理という観点よりも堆肥製造施設としての役割が理想である。堆肥化に限らずリサイクルを行なうに当たっては、処理法により処理対象物が異なり、同時に対象が限定される。これらを考慮しつつ堆肥化処理をごみ処理システムの一部とすることが理想であると言える。また、堆肥化に限らずリサイクルでは、生成物の消費先が重要となる。特に堆肥の消費先の確保が重要な課題の一つである。堆肥化事業では、堆肥原料となる生ごみ排出者である一般市民や、堆肥消費者である農家などをリサイクルの環に入れて行なうことにより、堆肥が消費されリサイクルが成り立つ。そのリサイクルの環の中で市民を取り込み、循環が成功している例が全国で見られる。例えば、山形県長井市でのレインボープランである。図 2-4 にシステム図を示す。

図 2-4 のように、市民をリサイクルの環の中に組み込み、市民が主体となつて行なう堆肥化処理システムは、堆肥の質を左右する発酵不適物の分別の徹底等において重要な役割を担う。これにより、市民の分別意識の徹底や、生ごみ処理堆肥で育った野菜の購入等、地域でのリサイクルの環がうまく回る結果となっていると考えられる。従来の「ごみ処理」という意識ではなく、市民も環に加わっている「リサイクル」の実感があるこのようなシステムは堆肥化処理の成功例と言える。

また、コンポスト化は主要な問題の一つとして、アンモニアや硫黄系化合物による悪臭発生の問題を抱えている。アンモニアは、低い C/N 比原料の好気性発酵の副産物として生成するものである。このような問題に対し、例えば Hong らはココナツの皮をコンポストと混合し、コンポスト生成時に発生するアンモニアガスを除去する研究を行い、高い除去性能を示している¹³⁾。硫黄系化合物では、メチルメルカプタンや硫化水素等が悪臭の原因物質とされ、コンポスト化温度が硫黄系悪臭発生に影響している。しかし、その変化量は悪臭の強さが感覚的にも異なるほど強いものではないとされている。もともと悪臭のしない原料もコンポスト化に伴い悪臭を発生するようになると考えられ、コンポスト化における悪臭対策には、原料の臭気だけでなく、コンポスト化に伴って新たに発生する臭気にも考慮する必要があることが指摘されている¹⁴⁾。このような機構が実用化されれば、コンポスト化過程に組み込まれることで悪臭問題の軽減につながり、コンポスト化による環境汚染軽減につながるであろう。これにより、さらなるコンポスト化の普及の可能性も考えられる。

(2) 飼料化

古くから食用として用いられてきた、食べ物の不用分は、家畜等の餌として用いられてきた。現在では、生ご

みの発生源と飼料の消費先が大きく離れるケースも見られるため、飼料として加工し、流通されるケースが見られる。

現在、油温減圧乾燥方式（通称てんぷら方式）による施設が稼働している¹⁵⁾。事業系生ごみ飼料化施設（「てんぷら方式」採用施設）については、原料中の 99.4%の水分が除去されて凝縮水となり、固形物の 92.5%が製品となっている報告がなされている¹⁶⁾。しかし同時に、夾雑物を厳しく除去する場合は、生成した堆肥も夾雑物として除去される可能性を示唆している。また夾雑物の除去機能が十分でない場合は、堆肥の質を低下させることとなり、処理が成り立たなくなる可能性もある。コストを考えた時これらの損失を減らす必要がある。

実際に稼働している施設では飼料は製品として利用可能ではあるが、消費先が無く、船で九州方面などへ全量輸送して消費先を確保している例が見られる¹⁵⁾。この場合、移動にコストや手間がかかり、リサイクルによる環境負荷軽減効果以上に環境負荷がかかる可能性があり、近隣での消費先の確保が必要となる。しかし、この施設の場合、市の支援が行なわれ、処理自体は問題なく行なわれている。支援内容は以下のようなものである。

- ・土地の無償貸与
- ・収集運搬許可業者の 1 社体制

① 収集の効率化を図る、②資源化・減量化を目指した多分別収集に対応するなどの理由で、第三セクターである(財)札幌市環境事業公社 1 社に限定した収集体制を取っている。

- ・一般廃棄物処分業の取得

一般廃棄物処分業の許可を得ることにより札幌市一般廃棄物処理計画の中でその位置づけが明確化されている。

このケースでは、上記のような補助があるため事業が成り立っていると考えられる。飼料化リサイクルでは、安価な飼料に対抗するために価格を抑える必要がある。リサイクル事業のみに重点を置いた場合、価格競争力が弱まり、自治体による保護も必要となるケースも考えられる。消費先の確保や、価格競争等により、飼料化は厳しい環境下にあるが、自治体がゴミ処理ではなく、リサイクル施設と位置づけ、共に協力した場合、大規模な生ごみリサイクルは可能であると考えられる。

(3) 嫌気性発酵

生ごみをはじめとする腐敗性有機物からはメタンガスが発生する。このメタンガスはボイラー等の燃料となるため古くから有機系廃棄物のリサイクルの観点から注目

され、技術開発が進められてきた。欧州諸国では古くから多くのメタン発酵技術が開発されている。そのうちいくつかの技術を日本においてゴミ処理システムに適用させ、新しいシステムとして開発している。各技術についてはそれぞれ詳細な報告があるため、それらを参照されたい¹⁷⁻²⁰⁾。これらの嫌気性発酵（メタン発酵）によるバイオガス化処理工程は図 2-5 のようである。

メタンを生成する細菌の生化学的特徴は、光の無い条件下で二酸化炭素や一酸化炭素を還元し、メタンを生成する点である。また、適当な低級アルコールや脂肪酸の存在下で、二酸化炭素をメタン化したり、水を還元剤または水素供与体として利用したりすることができる。このような過程を経てメタンガスを生成する。できるだけ高効率のメタン発酵を行なおうとする場合には、加水分解を含む酸生成過程において、メタン生成過程へ送る原料をいかにうまく前処理し、メタン発酵が行なえるかが重要となる²²⁾。

本手法では、四蔵らはわが国の嫌気性消化の普及に必要なポイントを 3 つ指摘している²³⁾。①適切な技術：対象廃棄物の特性や地域特性の影響を強く受けるバイオガス化処理においては、既存施設のデータがそのまま当てはまらない場合もあり、まず、十分な予備実験を行い、技術的・経済的特性を把握する必要がある。詳しい技術的課題については後述する。②支援体制：バイオガスプラントの経済的自立が必要ではあるが、この技術が市場で価格競争力を確保できるよう、短期的・過渡的措置として支援が必要である。再生利用エネルギー電力の買取りが始まったが、これらの法制度の整備が必要であると

思われる。③経済的自立：バイオガス化施設での生成物の販売や有機性廃棄物の受入時に受入料金を徴収すること、また電力・熱の販売経路の開拓も必要である。メタン発酵処理施設は施設建設コスト等が高く、今後の普及にはコスト面での課題も存在している。また、生ゴミ資源化施設の効率的な維持管理のためには、異物混入の無い生ゴミの安定供給が求められる。住民は生ゴミを分別排出しなくてはならないため手間が増え、生ゴミ処理施設の建設、維持管理、収集回数の増加等に伴う負担も増加する。このように、住民には従前よりゴミの処理処分に負担を強いることになる。したがって、生ゴミ資源化システムが長期間継続できるようにするためには、市町村は生ゴミ資源化の意義、目的、負担等を住民に十分に理解してもらい、生ゴミ資源化に対する住民の合意を形成する必要がある²⁴⁾。

一方、技術的な面においても課題は多い。メタン発酵施設で回収されるバイオガスの発熱量は同じ体積の天然ガスに比べて 1/3 程度低い²⁵⁾。また、バイオガスは生物反応産物であるために、硫化水素やアンモニアなどの不純物を含む。メタンガスを利用する場合、これらの不純物を取り除き、メタンの純度の向上させる必要がある。また、バイオガスの発生量を細かく制御することは困難であり、バイオガスは持続的に発生するものとして運転を行なう必要がある。このため、生成ガスの処理や貯蔵に関しては、プラントの稼働状況に応じた生成物の消費が必要であり、消費先は安定的に確保されている必要がある。バイオガスプラントの運転状況によっては、バイオガスの成分が一定とならない可能性もあり、安定した技術の開発と同時に、柔軟な対応のできる設備の整備が

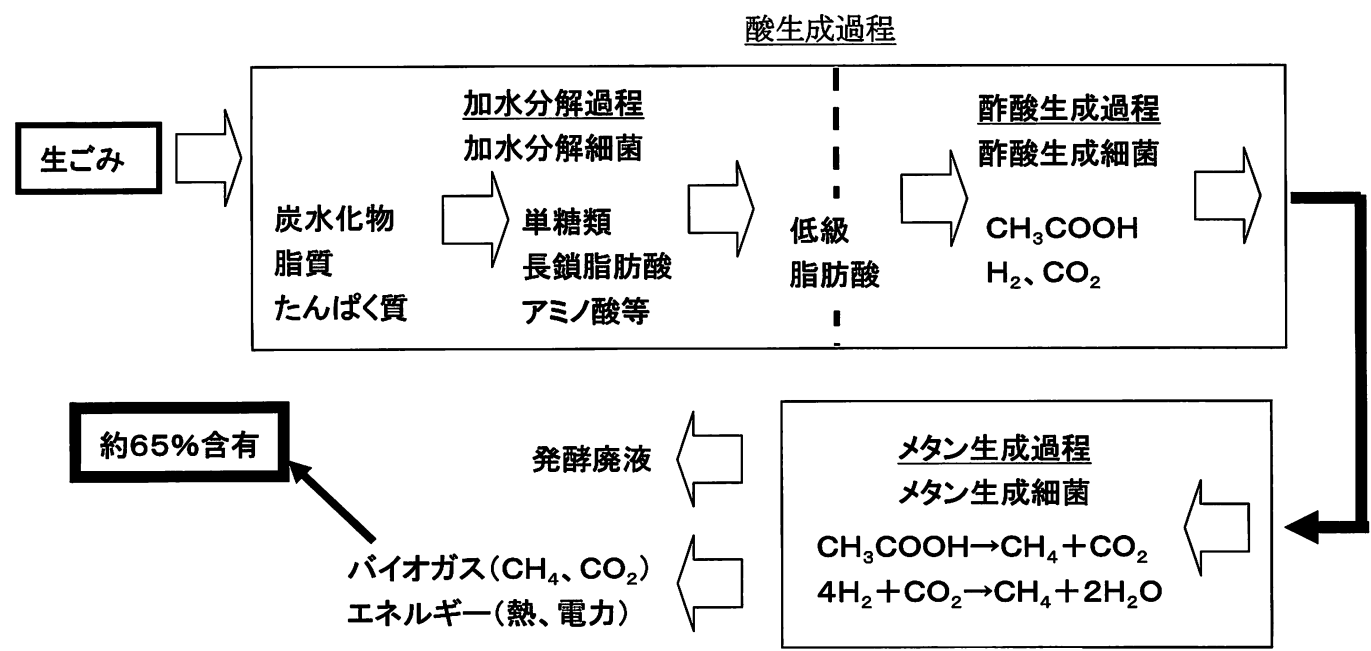


図 2-5 嫌気性消化によるバイオガス化工程²¹⁾

必要と考えられる。食品に限らず、有機性廃棄物は、広く少量ずつ存在しているため、収集にかかるエネルギーが大きく、全体的なエネルギー収支がプラスにならないことも考えられる。しかし、化石燃料等の消費を抑え、二酸化炭素の発生も抑制するような、循環型社会形成の一助になっていることも大きな要素であることを考慮する必要がある。

さらに課題としては、次のような指摘もある²⁶⁾。①減量化率：嫌気性消化による下水汚泥や畜産廃棄物等の減量化率は40～50%程度であり、分解率の向上などによるさらなる減量化率の向上が求められる。これには、汚泥低減化技術の開発が進められている^{27,28)}。②消化液処理：固形廃棄物メタン発酵処理では、処理後に消化汚泥が生成する。一部地域では、液体のまま液肥として利用する地域も見られるが、地域特性による限定があるため、ほとんどのケースでは、発酵残渣または消化汚泥の処理が重要な課題となる。③返流水処理：下水汚泥の嫌気性消化では、脱水ろ液の返送による水処理工程の負荷増大による影響が生じる可能性がある。また、高度処理の必要性がある場合には、窒素、リン、難分解性CODの影響も考慮する必要がある。例えばリンについては、枯渇が危惧されている資源でもあり、回収技術の研究が進められている²⁹⁾。④消化ガス利用コスト：既存の汚泥消化施設において、消化ガスの有効利用を図らずただ燃やしている処理施設も存在している。原因として、ガス燃焼コストが指摘されている。これらの有効利用にあたり、技術的、制度的に補助する必要があると考えられる。⑤硝酸性・亜硝酸性窒素によるメタン生成反応への影響：嫌気性消化槽を主体としたし尿処理システムなどでは、生成したアンモニアによる嫌気性消化反応に対する阻害や処理場で処理される間に窒素成分を十分に除去できないことが問題とされてきた。高温メタン発酵処理では、pH7～8、NH₄-N濃度2.5～3.0mg/l以上でアンモニアによる阻害が起こると言われている³⁰⁾。現在では、硝酸性・亜硝酸性窒素の影響が検討され、嫌気性消化反応の阻害の防止と窒素成分の除去率の向上のための研究が行なわれている³¹⁾。また、舩石らは、高温・中温メタン発酵両方において、アンモニアの影響は濃度範囲と温度に依存することを示している。この時、中温メタン発酵では、許容NH₄⁺-N濃度が高温発酵の2倍であることを示している³²⁾。⑥発酵不適物の混入：加藤らは、養豚業を主体とする農畜産業地区において発生する廃棄物を対象に、嫌気性消化法でのメタンガス発生量をそれぞれの廃棄物から検討をしている³³⁾。その結果によると、もみ殻、おがくず、バークなどは嫌気性消化で分解し、メタンガスを得る目的には不適であるとされている。処理時に金属やプラスチック等の処理不適物が混入する問題があるが、加えて処理不適物の存在の可能性が示唆されている

ことから、処理対象の選定にも考慮する必要がある。⑦消化汚泥：食品廃棄物のメタン発酵において行なわれる通性嫌気性菌による低分子化では、滞留時間が長い上に、脂質等が十分分解できない場合があり、食品廃棄物の組成によってはメタン化率が下がり、消化汚泥が増える。消化汚泥は堆肥等に再利用されるものもあるが、消費先等の問題から焼却されるケースも見られるため、消化汚泥の減容化は必要とされる課題である。現在では、亜臨界水による前処理を行い、あらかじめ低分子化し、メタン発酵を行なう技術が開発されている。しかし、亜臨界水処理では、原料成分によって生成する有機酸の種類や濃度が変わってくるため運転管理の高度管理技術の開発が必要である。この技術は短期間での発酵処理が可能であるが、継続処理による発酵阻害の影響等、課題も多い³⁴⁾。

また、最近では嫌気性消化による生成ガスはメタンだけでなく、水素ガスも取り出す水素・メタン発酵プロセスも研究されている。これは、水素発酵を行なう細菌として、偏性嫌気性細菌では *Clostridium butyricum* や *Clostridium beijerinckii*、通性嫌気性細菌では *Enterobacter aerogenes* 等多種類の水素発酵細菌による水素発酵槽での水素発酵が行なわれる。加えて揮発性脂肪酸・アルコール類等の水素発酵代謝物に対するメタン発酵槽を組み合わせた水素・メタン発酵プロセスの研究が進められている³⁵⁾。水素発酵槽からの生成ガスは水素分離膜より、水素ガスが分離され、メタン発酵槽からの生成ガスは改質器を通じて水素に変換される。理論的にはグルコースからプロピオン酸が生成するときには水素は生成せず、酢酸や酪酸が生成するときには水素が発生する³⁶⁾。水素代謝経路は次のようである。

酢酸発酵：



酪酸発酵：



一方、プロピオン酸発酵においては、以下のように水素が吸収される。

プロピオン酸発酵：



基質中の炭水化物濃度が低い時にプロピオン酸発酵が起こり、水素が消費されてしまうため、運転時に注意が必要となる。このような水素発酵を応用した生ごみを含む有機系廃棄物処理の研究が現在行なわれている。食品廃棄物においては、野池らはおからを用いた水素発酵の連続実験を行っている³⁵⁾。また、環境省においては、平

成 13 年度より実証プラントで試験的にプラントを運転してきた。生ごみは質が安定しにくいことが考えられたため、安定運転することが課題とされたが、実証実験では安定運転が行われている³⁷⁾。その結果、表 2-4 のような評価がされている。

水素を生成し燃料電池の実用化が期待されるが、プラントの運転管理面において上記のような課題を解決し、プラントの安定運転の他に、燃料電池の開発など、様々な研究が必要である。

このように、メタン発酵を始めとしたバイオガス化処理は微生物処理ゆえに高度な運転管理技術が必要であるが、処理プラントの開発が進み、処理法としての利用が可能レベルとなっている。しかし、現在も研究開発が進められている分野であり、課題も少なくないことも同時に示された。これらの課題を、地域特性等を考慮した処理システムの構築より克服できれば、メタン発酵によるバイオガス化は生ごみ等の有機系廃棄物の処理手法として十分に利用可能な技術であると言える。

(4) 廃棄物固形燃料化 (RDF : Refuse Derived Fuel)

RDF とは、家庭で捨てられる生ゴミや紙ゴミ、プラスチックゴミなどの廃棄物を粉砕し接着剤、石灰などを加えて練り上げ、ペレット状にして固形燃料にしたものである。RDF は、生成時のエネルギー効率がが高く、利用しやすいなどの利点から、1994 年に RDF 生産施設が厚生省の事業補助の対象となり、新たなごみ処理方法の一つとなった。しかし、RDF 中の重金属等の含有量が問題になっており、RDF の燃焼に伴う環境影響が懸念されている。したがって、これらの問題解決には、可燃ごみの分別の徹底が望まれている^{38,39)}。家庭系の生ごみにおいても、厨芥を含む可燃ごみの RDF 化が行なわれているが、前述の JIS 規格に規定される水分含有量にするため、乾燥過程が組み込まれている処理システムが一般的である。

また、原料ごみ中の厨芥割合は、RDF 生産プロセスに大きく影響することが指摘されている。これを金らは、易分解性有機物混入量を指標に、腐敗性炭素の存在から示している⁴⁰⁾。実際のデータにおいても、金らは厨芥割合、含水率が高いことが原因で RDF の生産量が低下していることを示唆している。このような家庭系ごみから RDF を製造する場合においては、貯蔵の際に含水率を 10%以下に抑えないと、腐敗の可能性があり、厳密な管理が必要である。このように生ごみを可燃ごみとして扱い、RDF 化するには、生ごみの特徴である高い水分含有量や腐敗性炭素の存在をコントロールしていく必要がある。このことより、RDF は高度な製造、管理体制が必要である。管理が難しいことより、閉鎖型貯蔵庫での RDF の事故・トラブルが過去 4 件発生している報告もある⁴¹⁾。特に平成 15 年 8 月、三重県企業庁の三重ごみ固形燃料発電所において固形燃料貯蔵層の爆発事故が生じ、死傷者が生じる重大な事故が発生している。この事故より RDF の取り扱いにかかる重要点は次の 3 点に要約される。

① RDF の品質管理

RDF はごみに由来するものであり、微生物による発酵・発熱を生じにくくする必要がある。また RDF は断熱性が高く蓄熱しやすいため、発火する危険性がある。よって、水分、粉化度、カルシウム添加量、温度等にかかる品質管理の徹底が必要である。

② RDF の貯蔵管理

RDF を長時間貯蔵する時、RDF に含まれている廃食油やプラスチック等の有機物が微生物によって発酵したり、アルミ等の無機物が化学反応で発熱したりする危険性がある。RDF の貯蔵には貯蔵量や貯蔵期間を考慮した管理が必要である。

③ 貯蔵槽の安全設備

表 2-4 生ごみバイオガス化+燃料電池システムの特徴³⁷⁾

導入の効果・利点
<ul style="list-style-type: none">・CO₂削減・大気汚染物質の排出が微量なため環境負荷が少ない・生ごみのほとんどがバイオガス化するため、減容化が可能・技術開発・導入の促進
課題
<ul style="list-style-type: none">・生ごみのみを分別収集するシステムの構築あるいは、可燃ごみから生ごみを効率よくかつ低コストで分別する技術が必要・発生する電力・熱の需要先の確保・効率的かつ低コストな排水処理技術の開発・導入の促進・イニシャルコスト、メンテナンスコストの低減

サイロ型などの閉鎖型の貯蔵層では発熱や可燃性ガスが生じにくくするような設備上の対策や、それらが万一発生した場合に速やかに検地するための温度計やガス測定装置を適切に配置する必要がある。

これらは、事故原因であると同時に、RDF を取り扱う上では重要な要素である。以上のような管理の徹底無しに、RDF 化することは難しいと思われる。さらにこれらの課題に加え、川嶋らの RDF の利用状況調査 ⁴²⁾によると、RDF 利用先では熱源として利用されることが多いが、プラントの運転上の問題点として塩素含有、不適物含有、臭気等が挙げられている。また、現状では、RDF ボイラーと石油ボイラーとの比較において、RDF ボイラーの優位性を十分確保できない状況にあり、利用促進策が必要とされている。RDF 利用時（燃焼時）には塩化水素やダイオキシン類対策が必要 ⁴³⁾となり、設備コストが上昇するため、民間企業は RDF 使用に消極的であることも指摘している。生ごみの水分調整や、焼却処理では問題とならなかった感染性廃棄物等の除去の必要性など、焼却処理時には問題とならなかった課題としてあげられる ⁴⁴⁾。また、生成物の適性管理の徹底が必要とされている ⁴⁵⁾。以上のような様々な課題が解決される時、RDF も処理手法の一つと考えることも可能であろう。

(5) 炭化

炭化処理は可燃物などの有機物を対象に、炭化炉内雰囲気温度 500℃～600℃で低酸素状態に置かれ、炭化され可燃性ガスと炭化物に分解される反応を用いた処理である。しかし、炭化処理による生ごみ処理は実績がほとんどない。炭化処理は生成した炭を活用するためには雑多

であり、細かい生ごみ等では、生成物の利便性に乏しい。有機系廃棄物という観点からは炭化処理は可能であるが、生ごみ処理という観点からは、適用が難しい技術だと考えられる。炭化物は、長期間保存しても悪臭がせず、品質の劣化が無いため、補完性に優れている点がある。しかし、炭化物の利用先が不明であり、また生ごみを対象とする場合は乾燥工程が必要となるため施設が大規模化する。炭は原料によって性質が変化するため、分別の徹底が必要である。事業化に当たってはコスト面の検討も必要とされている ⁴⁶⁾ことから、生ごみの処理法としては実用性に欠けると考えられる。

(6) バイオディーゼル燃料化（BDF：Bio Diesel Fuel）
食品廃棄物の中では、一般に生ごみと称されている食品残さ等のほか、食用油も存在する。廃食用油をリサイクルする方法として軽油代替燃料とする方法が開発されている ⁴⁷⁾。廃食用油からバイオディーゼル燃料（BDF）を生成する反応機構は図 2-6 のようである。

バイオディーゼル燃料製造プロセスは、動物油脂由来の飽和脂肪酸エチルエステルは気温の低い冬季は凝固するため、安定的な利用が難しい問題を抱えている。

一方、植物油の主成分である脂肪酸トリグリセリドは粘度が大きく流動点や引火点も高いため、ディーゼル燃料としての取り扱いが難しくなる。BDF を製造する過程での課題は次のようにまとめられる ⁴⁸⁾。①BDF 原料：BDF の原料は廃食用油であり、酸価や水分含有量などは製造する際の反応工程で留意すべき性状である。エステル化による反応では、水分による影響があり、酸価は油の劣化度がわかる。これら原料の質の確保が重要である。

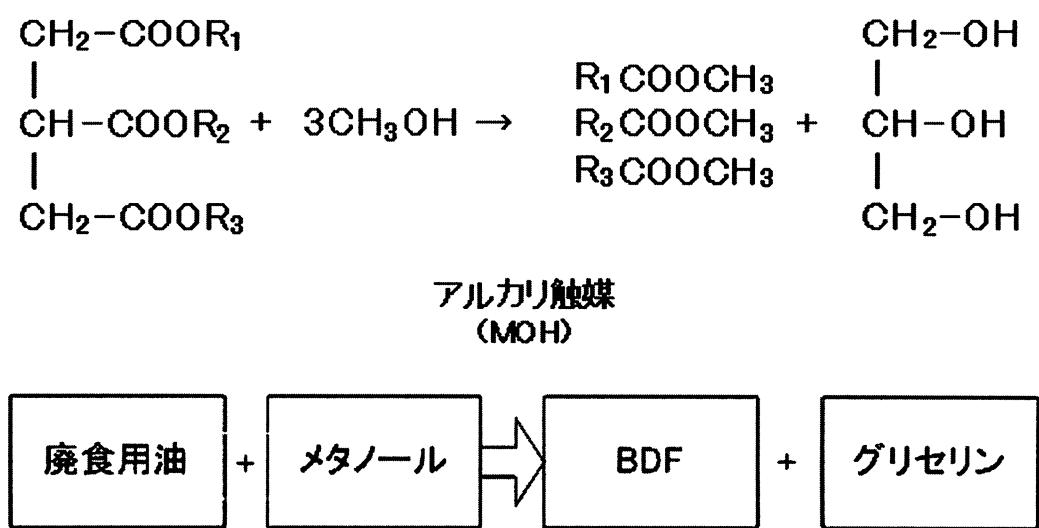


図 2-6 バイオディーゼル燃料の反応機構

②生成工程での排水：反応により生成されたエチルエステルを精製燃料とするために、水洗浄による不純物の除去を行なう。この時、排水中には、遊離グリセリンや含油水が含まれ、高度な排水処理施設またはこれらのリサイクル施設が必要となる。一例としてはグリセリンの燃焼による熱回収や含油排水のメタン発酵処理等が考えられる。燃料としての質が非常に重要となるため、高度な管理が必要となる。また、その燃料として実際の使用している地域が京都市である。ここでは、バスやごみ収集車に利用しているが、多くの課題がある。①市バスでは、軽油と混合使用するため、軽油取引税(32.10 円/l)の課税対象なり財政負担が大きい。②回収拠点の密度により回収量が増えるため、家庭からの廃食用油の回収拠点を設置、拡大する必要がある。③自動車排ガスの規制強化に伴う新型車両にも適用できる BDF の品質を確保する必要がある。このように新たには廃食用油を原料に、燃料を製造する時には課題が多い。また自動車メーカーによると、BDF は燃料規格もない状態では、適合車開発等の対応が難しいという意見が多く見られている。BDF 化は利用され始めた技術であり、普及には大規模な収集システムの構築が必要である。また燃料として競合するガソリン等に比べメリットを見出すには、自治体等の支援が必要と考えられる。

(7) ディスポーザー

わが国のほとんどの自治体では、専用の処理槽を持つもの以外は使用の自粛を求めている現状であり、ディスポーザーの使用を条例により禁止する自治体もある。そのため、ディスポーザー処理水の下水流入に関する負荷は最近まで検討されてきていない。しかし、法規制されていないうえ、流して生ごみ処理が可能な利便性等から、ディスポーザーの使用事例が年々増加している。

ディスポーザーの使用により、家庭等から排出される生ごみは破碎された後、未処理で下水道に流入する。この時ディスポーザーの普及に伴う汚泥量の増加の影響が課題となる。ディスポーザー普及による水量の増加の影響は、日平均推量にして数%程度の増加率とされ、ピーク時においても管渠の余裕率の範囲内にとどまると考えられている。しかし、汚泥の量が増えることにより、管渠内に堆積する汚泥量の増加が懸念されている⁴⁹⁾。これらが発する硫化水素等により管渠の腐食の可能性が指摘されている⁵⁰⁾。家庭用ディスポーザーでは、ディスポーザー排水対応浄化槽の開発が進められている⁵¹⁾が、ディスポーザーに付随する装置の規模が大きく、普及には政策的な補助が必要と思われる。

ディスポーザーの使用に伴い、家庭で使用する電力量及び水道使用量が増加する点を検討する必要がある。電力使用量についての公表データはほとんど無い。水道使

用に関しては、文献等のデータをふまえ、下記のような想定により 1 人 1 日当たり 5L を標準としている⁵⁰⁾。

$$\begin{aligned} & 3 \text{ 回/日} \times 40 \text{ sec/回} \times 9 \text{ L/min} \times (1/3.5 \text{ 人/世帯}) = 5.1 \\ & 4 \text{ L/(人・日)} \approx 5 \text{ L/(人・日)} \end{aligned}$$

1 人 1 日あたりの生活排水量はおよそ 250 リットルとされているため、ディスポーザーの使用による排水量の増加による影響は少ないと考えられる。しかし、大雨などの下水道流量増加時には、排除方式が分流式でない下水道については、未処理水がそのまま公共用水域へ粉碎厨芥等が流出する可能性がある。合流式下水道を採用している地区では、ディスポーザーによる負荷増加に対応した合流改善対策が図られていない段階でのディスポーザーの導入は適切でないと考えられる^{52,53)}。

新しい取組みとして、農村地域において家庭から排出される生ごみを農業集落排水処理施設において処理をし、余剰汚泥と混合したコンポスト生産を検討する地域もある⁵⁴⁾。ディスポーザーと堆肥化を結びつけた新たな処理手法と言えるが、小規模農村地域内での資源循環では採用可能であるが、大規模処理の場合は、管渠の堆積物等前述の課題が多く存在していると考えられる。

最近になりディスポーザーの影響評価が始められた^{50,55)}が、現時点では下水道流入時の管渠の堆積物の増加による、管理の手間が問題とされている。地下に網目のように張り巡らされた下水道管の管理の負担が大きくなる本手法は、ディスポーザー利用を想定したインフラ整備の上に成り立つ手法であり、現在のシステム上で利用可能と言えるかは、更なる詳細な検討が必要である。

2-5 考察

本章では生ごみの現状とその処理手法をまとめた。生ごみは家庭から排出されるごみの湿重量で約 4 割を占め、この生ごみが可燃物から取り除かれた場合、焼却熱の増加や、臭気の抑制等大きなメリットを生むと考えられる。政策面においてもバイオマス・ニッポン総合戦略を始め、食品リサイクル法など、基盤整備も始められている。生ごみは堆肥やバイオガス、バイオエタノール等有効に利用できる可能性を持った廃棄物であり、バイオマスとしての高いポテンシャルを持っている。今後もこのようなリサイクルを推進する基盤整備が進められてゆくであろう。生ごみ処理法においても、昔から行なわれてきている堆肥化や飼料化技術が改良されている上、新たな処理技術が多く開発されている。その多くは循環型社会を念頭においた循環型の処理法であった。それらの技術を個別に検討したが、現在の処理プラントにおいては、高度な処理が可能となっており、雑多な生ごみでも質の高い生成物の生産が可能となっている。しかし、同時に生ご

みりサイクルを行なう上での課題も明らかとなっている。古くから行なわれきた堆肥化、飼料化においても技術的な課題があり、近年開発された技術においても同様に課題が存在した。生ごみは原料が各家庭から排出されるごみであり、原料としての品質が一番重要となる。生ごみ処理では、基盤整備の必要性や、技術開発はもちろんであるが、それ以上に原料排出者である家庭の協力が必要不可欠であると考えられる。微生物処理を行なうなど、生成物が食物栽培に使われるような処理の場合には、夾雑物の分別が重要点の一つであった。また、堆肥化、飼料化処理においては、原料成分が重要となるため、多量の油分を含む生ごみの栄養分利用においては、油分含有量の調節が必要となる。現在は生ごみ以外の原料との混合比によって調節されているが、生ごみの再利用を考えた時、油分をコントロールする技術も必要になると考えられる。

生ごみ処理は再生が十分可能な廃棄物である。本章で整理された課題等を解決できれば、生ごみ処理は今後一層進むであろう。

II－3 自治体における生ごみのメタン発酵処理の現状

3－1 背景

食品廃棄物のリサイクルを行う地域の多くは、運転管理が比較的容易である堆肥化を主に行っている。しかし、堆肥化処理後生成物である堆肥は農地に還元されて始めてリサイクルされたと言え、堆肥を生成しただけでは、リサイクルは完結しない。生ごみ処理のみを考え堆肥を生成したが、引き取り先まで確保できず堆肥が余り、リサイクルが完結しない問題が生じている。また堆肥を生成しても、粗雑な生ごみ等から得られた堆肥は成分等に信頼性が乏しい、等の理由より好まれて消費されない例も見られる⁵⁶⁾。生ごみ堆肥化事業は課題が多く、実際に堆肥化事業を中止した例が見られる。表 3-1 は堆肥化事業中止の理由である。

表 3-1 より、堆肥化には生ごみの分別の徹底や堆肥の消費先など、様々な課題が存在していることがわかる。生ごみを原料とし、形態変化による再生利用では、家庭等の生ごみをリサイクルすることは、課題が多く存在していると考えられる。そこで、近年生ごみをそのまま用い

るのではなく、嫌気性発酵による分解処理を行ない、そこから発生したバイオガスを用いる、バイオガス化処理が注目されている。このメタン発酵は、古くから水分が多い家畜ふん尿等の有機性廃棄物の処理に用いられてきた。さらに近年では、地球環境問題に考慮した有機性廃棄物リサイクルが注目され、中でも環境汚染防止とともに、エネルギー回収がはかれるため嫌気性消化処理技術が注目されている。これは主生成物がバイオガスであり、発生したバイオガスは燃焼し、電気などのエネルギーとして利用できる点が特徴である。エネルギーに変換することで、需要が不足する問題は解決されることから、これからの処理システムとして適した手法の一つと考えられる。また、夾雑物の混入においても堆肥化よりも柔軟に対応できるため、管理も行ないやすい点が特徴である。そこで本章では、新たな技術としてのメタン発酵処理の特徴と課題を、実際に稼動している施設のデータを基に検討する。特に本研究においては、自治体が運営する生ごみ処理施設を対象に検討を行なう。

表 3-1 堆肥化事業中止理由^{57,58)}

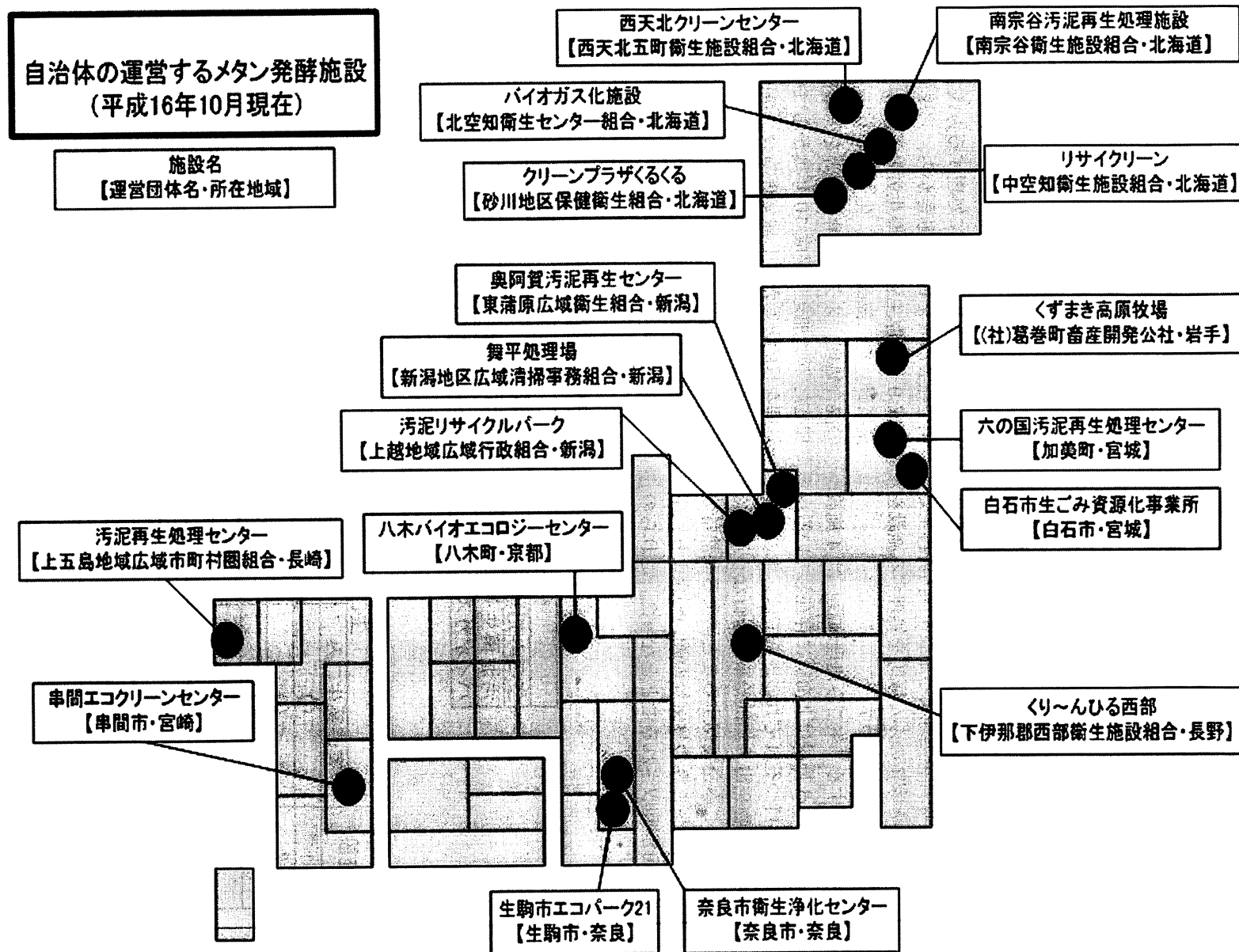
堆肥化事業の中止理由
・広域処理の開始 ・老朽化による更新 ・良質の堆肥が生産できないため ・経常収支が赤字になるため ・悪臭対策が十分にとれなかったため ・作業環境が悪く従業員の健康が心配されたため ・コンポストの需要が減少したため

3－2 メタン発酵処理の現状

3－2－1 施設の現状

自治体が設置する生ごみ処理施設は全国で 17 施設存在している。施設の分布を図 3-1 に示す。

図 3-1 自治体の運営するメタン発酵施設



実際にメタン発酵を応用した生ごみ処理は近年始められたばかりであり、実際の運転状況はあまり把握されていない。本章では、実際にメタン発酵により生ごみを処理している施設を対象に、現在の運転データを検証し、現状を明らかにする。以下に示すデータは、文献や市町村のインターネットサイト、直接問い合わせなどにより得られたものである⁵⁹⁻⁷⁶⁾。

生ごみ処理施設は生ごみのみの専用処理施設と、生ごみやし尿等の有機性廃棄物との混合処理施設の 2 種類が存在している。今回対象とした施設の分類分けを表 3-2 に示す。以下、生ごみのみを処理する施設を「生ごみ処理施設」、生ごみとし尿等を処理する施設を「汚泥再生処理センター」、生ごみと家畜のふん尿等を処理する施設を「バイオガスプラント」と表わす。

生ごみのみを対象とする「生ごみ処理施設」は 4 施設のみであり、そのうち 3 施設は北海道に存在している。これら 3 つの施設を持つそれぞれの地域では、生ごみを含めた可燃物の廃棄物発電・熱供給事業を行なう予定であった。しかし、生ごみを焼却することによる発熱量の低下や、地元住民の生ごみの臭気等の強い懸念より、生ごみと可燃物は分別回収されることとなった。これらの

3 つの地域は南北 100km 以上にわたる広さを持つことから、それぞれの地域を分割し、それぞれで生ごみのみの処理を行なうようになった⁷⁷⁾。なぜならば、地域面積の大きい地区においての生ごみ等の分別処理は、人口率や住居の散在などにより輸送コストや環境負荷が大きくなる場合があるからである。また、生ごみは、悪臭や腐敗の問題など取り扱いが困難であるため、通常の可燃物などよりも生ごみの広域処理は難しく、その課題が示された例であるとも考えられる。一方、生ごみ処理施設の中で一番多い分類は汚泥再生処理センターであった。これは、生ごみをし尿と共に処理する方式である。近年の循環型社会形成を目指す動きから、し尿処理施設に対し、平成 9 年に厚生省（現厚生労働省）は「し尿処理施設構造指針」を一部改定し、生ごみ等有機性廃棄物とし尿等の混合処理、メタン発酵処理等を国庫補助として新たに加えた⁷⁸⁾。加えて平成 10 年度からは単にし尿等の衛生処理を目的とした「し尿処理施設」が国庫補助の対象外になったこともあり、し尿処理施設から、生ごみを加えた汚泥再生処理センターへの転換が進んでいる。実際に設備老朽化により改築する際、国の汚泥再生処理センター構想が、生ごみを含めたメタン発酵処理の検討のきつ

表 3-2 メタン発酵処理施設の分類

分類	対象	施設数
生ごみ処理施設	生ごみ	4
汚泥再生処理センター	生ごみ＋し尿	11
バイオガスプラント	生ごみ＋家畜ふん尿	2

表 3-3 生ごみの回収対

施設	生ごみ		その他の有機性廃棄物	
	家庭系生ごみ	事務系生ごみ	し尿、浄化槽汚泥	家畜ふん尿
1	○	○		
2	○	○		
3	○	○		
4	△	○		
5	○		○	
6	○		○	
7	○		○	
8	△	○	○	
9	△	○		○
10		○	○	
11		○	○	
12		○	○	
13		○	○	
14		△	○	
15		△	○	
16		△		○
17	詳細不明		○	

△：一部を対象とする

かけとなったという報告がなされている⁵⁹⁻⁶²⁾。また、生ごみは人間が可食するタンパク質、炭水化物などを主体とした食品廃棄物であり、メタン発酵処理による分解性は高い。一方、下水汚泥、し尿汚泥は生物処理により BOD 成分を分解後生成する汚泥であるため、メタン発酵処理における分解性は低い。従って、汚泥再生処理センターにおいて、生ごみを混合することで有機性廃棄物からメタンによるエネルギー回収率を高めることができる²⁰⁾。このような点から生ごみとし尿等との混合処理はし尿と生ごみ処理が同時に行なえ、効率の良い処理・資源化技術だと言える。し尿同様に家畜のふん尿を用いたバイオガスプラントも存在している。これは対象が家畜のふん尿と生ごみである。有機性廃棄物のなかでも家畜ふん尿は、年間発生量が 9,000 万トンと推計されている*。これは我が国におけるバイオマス資源（食品廃棄物や木材等）の全体量である 3 億 4,000 万トンの約 1/4 を占めることとなる。このような状況の中、平成 11 年に国は「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」を施行し、その中で家畜排泄物の利用を促している。これらの背景より生ごみを含めたメタン発酵の事例も行なわれ始めている。

表 3-2 からわかるように、生ごみ単独の処理は地域の事情により、行なわれた例は少なく、実際にはし尿処理と組み合わせることによりコストや手間などを抑え、処理を行なう施設が多いと考えられる。生ごみ処理を行なうにあたり、どのような場所から生ごみを集めるのかによって、回収生ごみの質は大きく異なる。表 3-3 に、生ごみの回収対象を示す。

家庭系生ごみを扱う施設は全体の約半数の 9 施設であった。しかし、その内の 3 施設に関しては、一部地域が対象となっており、試験的に家庭系生ごみを投入している状況である。他の 6 施設については家庭系生ごみを全域で回収している。そのほとんどが北海道地区で行なわれている。

また、表 3-3 より事業系の生ごみの処理が多く対象となっていることもわかる。事業系生ごみは質や量が安定しているため、処理が行ないやすいことが考えられる。また、同様に質や量の安定しているし尿等との組み合わせた混合型処理施設が多く見られることからプラント運営の安定性が重視されていることがわかる。

このような生ごみ処理施設は複数の自治体からなる広域事業体により運営されている例が多く見られる。事業主体の種類を表 3-4 に示す。

また、一つの自治体でメタン発酵施設を持つ場合の処理対象物は表 3-5 のようである。

単独処理の自治体では、事業系生ごみとし尿や家畜ふん尿等の排せつ物との混合処理が多い。事業系が多い理由として、家庭系生ごみは、少量が広い地域に存在しているためであり、回収に手間がかかることや、家庭系では質が安定しない可能性があり、また分別の徹底も困難であるため、家庭系生ごみの処理は難しいと考えられる。同時に、し尿・汚泥や家畜ふん尿等の廃棄物を対象にするところが多く、生ごみのみの施設は 1 施設のみである。この施設は生ごみ処理を目的に設置されているが、現在はまだ家庭系生ごみは実験的に一部地域での回収のみである。このように単独の自治体での生ごみ処理はし尿処理等と組み合わせた「汚泥再生処理センター」や、酪農が盛んな地域などで行なわれている「バイオガスプラント」などに生ごみを加えた運転での処理が主に行なわれている。

表 3-5 単独自治体の処理対象物

施設	家庭系生ごみ	事業系生ごみ	し尿、浄化槽汚泥	家畜ふん尿
4	△	○		
9	△	○		○
11		○	○	
12		○	○	
13		○	○	
16		△		○

△:一部を対象とする

表 3-4：事業主体の種類

種類	施設数
複数自治体	11
単独自治体	6

*：畜産統計（平成 16 年 2 月）から農林水産省推計

次に、複数の自治体で広域処理を行なう場合の処理対象物は表 3-6 のようであった。

広域事業体では、単独の自治体の施設とは異なり、家庭系の生ごみを受け入れる施設が多い。また、生ごみ単独の処理施設が 3 施設見られ、し尿との混合処理は最も多く見られる。広域事業体では、家庭系生ごみを全域より収集する事例も見られる。この理由としては、広域処理では比較的規模の大きな施設が建設されるため生ごみの受入量が多いことや、収集規模が大きいため回収コストが割安になるなどの点が家庭系生ごみの回収を可能にする点の一つと考えられる。このような施設は前述の「汚泥再生処理センター」に対する補助事業や、「バイオマス・ニッポン総合戦略」等の環境問題に対する国の施策により近年施設整備が進み始めた。現在はまだ稼動し始めた施設が多い状況である。以下図 3-2 に施設の稼動開始時期を示す。

現在稼動している施設のおよそ半数は運転開始 2 年未満の施設である。生ごみを含めたメタン発酵処理施設は近年注目され、採用され始めている現状であることがうかがえる。表 3-7 に汚泥再生処理センターの発注年度を見る。

平成 9 年に国としての方針により、「汚泥再生処理センター」が示されてから、汚泥再生処理センター事業が年々多くなってきたことがわかる。国庫補助による事業の促進が行なわれているため、今後もさらに多くの汚泥再生処理センターが建設されると思われる。

国庫補助の助成制度の他にも建設する理由は考えられる。どのような理由より生ごみを対象に含む処理施設を建設しようと考えたのか、施設の建設理由を表 3-8 に示す。

表 3-6 広域自治体の処理対象物

施設	家庭系生ごみ	事業系生ごみ	し尿、浄化槽汚泥	家畜ふん尿
1	○	○		
2	○	○		
3	○	○		
5	○		○	
6	○		○	
7	○		○	
8	△	○	○	
10		○	○	
14		△	○	
15		△	○	
17	☆		○	

△:一部を対象とする、☆:家庭系、事務系の区別が不明

表 3-7 汚泥再生処理センター発注年度

発注年度	竣工年度
平成9年	平成12年
	平成13年
平成10年	平成12年
	平成12年
平成11年	平成13年
	平成14年
平成12年	平成15年
	平成15年
	平成15年
	平成15年
	平成16年

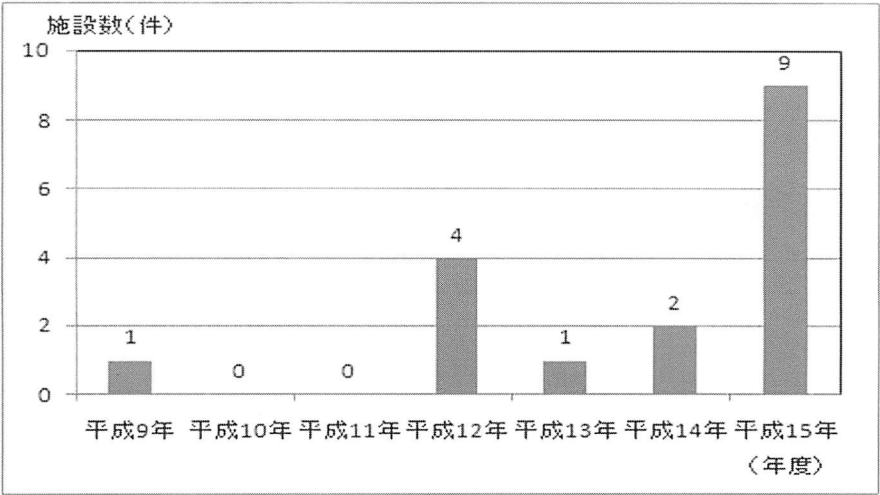


図 3-2 施設の稼動開始時期

表 3-8 施設の建設理由

施設建設理由(複数該当有)	該当数			
	合計	生ごみ 処理施設	汚泥再生 処理センター	バイオガス プラント
施設老朽化	7		7	
環境負荷軽減	4	2	2	
補助金交付対象	4		4	
広域処理化	3	3		
汚泥、排水処理の困難	3		3	
生活様式の変化	2		2	
最終処分場問題	1		1	
酪農地域であり、有機性廃棄物の技術開発を進めてきている	1			1

＊生ごみ処理 3 施設、汚泥再生処理センター 8 施設、バイオガスプラント 1 施設の、合計 13 施設を対象とした複数回答を集計

汚泥再生処理センターの建設理由は、既存の下水処理センターの老朽化による改築時に、生ごみ等の有機系廃棄物を含めた汚泥再生処理センターにする例がほとんどであった。汚泥再生処理センター整備事業による国庫補助という面も影響を与えている一因であると言える。これまで、汚泥再生処理センターはし尿処理施設の老朽化と浄化槽汚泥の増加による更新需要を迎えながらも、生ごみの受入や生成堆肥の消費先、財政的な課題などにより施設の更新は低調であった⁷⁸⁾。近年国庫補助要件の緩和が行なわれ、生ごみ以外の有機性廃棄物も対象となるなど、さらに多くの施設がこのような形態で建設されると考えられる。

生ごみ処理施設では、広域事業体による可燃ごみの処理を行なうにあたり、長距離輸送等による生ごみの取り扱いの観点から生ごみ処理施設の建設地域を決めている例が見られる。また広域処理により、自施設の電力をメタンガスの燃焼による発電で賄うのに必要と言われる生

ごみの量は日量 10 トンの確保を想定している。

このように生ごみを対象とした処理施設は大きく 3 種類に分けられるが、生ごみ処理施設においては、生ごみ処理の必要性から設置され、汚泥再生処理センターは、既存のし尿処理施設の更新による改築が多いことがわかる。生ごみの専用処理施設を建てるには財政的な課題等で難しい地域においても、し尿処理施設の改築による汚泥再生処理センター事業としての生ごみ処理が可能となり、今後も生ごみの処理が一層進む可能性を持っていると考えられる。

次に、これらの施設は計画通りに運転されているかを、プラントの運転状況から検討し、生ごみ処理の現状を明らかにしたい。

3-2-2 プラントの運転状況

現在の各プラントの運転状況から、生ごみ処理におけるメタン発酵の有効性を検討する。まず、生ごみ処理には 2 種類の発酵手法が存在する。これは水温が 55℃程度で発酵を行なう高温メタン発酵と、水温 35℃程度で行なう中温メタン発酵である。それぞれの特徴を表 3-9 に示す。

本研究で上げられた 17 施設におけるメタン発酵システムの温度帯別採用数は表 3-10 のようである。

表 3-9 メタン発酵システムの特徴⁷⁹⁾

温度帯	特徴
中温発酵 (35～45℃)	・加熱量が高温発酵に比べ少ない ・温度変化に対する緩衝性が高い ・阻害物質に対する耐性が強い
高温発酵 (55～65℃)	・有機物分解率が高い ・滞留時間が短い発酵層が小さくてすむ ・アンモニア等の阻害を受けやすい ・高温による殺菌効果がある

表 3-10 メタン発酵における処理方式別の分類

処理方法	生ごみ処理施設	汚泥再生処理センター	バイオガスプラント
高温メタン発酵	3	8	0
中温メタン発酵	1	3	1
高温メタン発酵 +中温メタン発酵	0	0	1

メタン発酵は温度によって特徴があるが、それぞれの特徴を生かしたプラントが開発されている。生ごみ処理施設や汚泥再生処理センターでは、比較的高温メタン発酵が多く採用されている。滞留時間が少なく、分解率が高いことから短時間での処理効率が良いことが要因の一つとして上げられる。中温メタン発酵では、発酵槽の加温にかかるエネルギーが高温メタン発酵に比べ少ないことが一つの要因と考えられる。高温メタン発酵と中温メタン発酵を両方の手法を用いたバイオガスプラント*が存在したが、ここでは高温メタン発酵を行なった後の消化液は、直接農地に還元され、液肥として利用されている。しかし、液肥は運搬や散布に手間がかかり、受け入れられる条件のそろった地域での利用以外は難しいと考えられる。バイオガス化プラントは2施設あるが、両者共に液肥として利用されていた。バイオガス化処理後の消化液はCODが非常に高く、排水として河川に放流するには、排水の高度処理が必要となる。バイオガス化施設のうち、ある施設では牧場内においてメタン発酵を行っており、液肥もその牧場内の畑を中心に散布されている。散布時期は春と秋で、それまでは貯留されている。そのため、容量の大きな貯留槽などの設備も必要となることも考慮する必要がある。

温度帯による発酵方式の違いによる状況をまとめたが、それぞれの発酵方式の中にも処理技術が複数存在している。現在稼働している施設の処理方式は表3-11のようである。

高温ではメビウスシステム、中温では、BIMA発酵槽を用いた中温メタン発酵システムが比較的多く採用されている。全体的に高温メタン発酵が多く採用されている現状であった。

また、メタン発酵処理では、主にメタンガスが生成する。これらの発酵槽による処理では、発生するガスの内、およそ6割がメタンガスとなる。また、プラントの運転には、生ごみが計画に対し、どの程度の量が投入されたかという点も重要となる。表3-12にメタンガス濃度と生ごみ処理実績（実際の生ごみ処理量/計画生ごみ処理量）

表 3-11 メタン発酵処理方法

発酵方式	処理技術	施設数
高温メタン発酵	メビウスシステム	7
	メタクレス	2
	膜型メタン発酵システム	2
中温メタン発酵	中温・BIMA	5
	中温発酵	1

*：この施設のBIMA消化槽は、中温発酵2,100m³、高温発酵600m³であり、主に中温メタン発酵により処理を行なっている。高温メタン発酵後の消化液の一部を、脱水工程を含む排水処理に送らず、直接液肥として利用している。

を示す。

図3-1で示したように、冬に降雪のある寒冷地の施設も多く見られる。メタン発酵槽は処理時に加温する必要があり、特に降雪地域では運転が難しいと思われた。しかし、現在稼働中の施設に関して、発酵不良を起こしている例は見られない。発酵槽の加温に多めの電力が必要となる可能性もあるが、現在のところ大きな障害になってはいないとみられる。メタンガス濃度を見ると、処理によって発生したバイオガス中のメタンガス濃度は理論的に6割程度とされている。表3-12に示すように、ほとんどの施設において、概ね理論値のバイオガス濃度となっている。運転状況では、計画通りの運転がされている。

回収されたメタンガスによる発電において、バイオガス化施設の一つでは、その電力で施設の約80%を賄っている。そのうち40%はメタン発酵槽の加温に、39%は排水処理施設に利用されている。同時にガスエンジン発電装置で回収した熱量の87%もメタン発酵槽の加温用に利用している⁸⁰⁾ことから、メタン発酵槽の消費エネルギーは大きいが発生エネルギーにより、処理時のコスト的な負担は軽減されていると考えられる。汚泥再生処理センターにおいては、15～20%を自家発電により賄っている施設が見られた^{61,62)}が、生ごみ処理施設においてはバイオガス発電により場内使用電力の約70%を賄う施設が見られた⁶⁷⁾。この生ごみ処理施設は、余剰電力が発生した場合は売電をしており、自施設の電力を十分に賄う能力を持っている。これは処理能力が、1日あたり55tを扱う施設などもあり、大量の生ごみを処理する能力を持つことが要因の一つであるが、このような大規模処理施設は、利用電力量の軽減になると考えられる。

さらにこのような施設を、発電を主目的とするのではな

表 3-12 メタンガス濃度と生ごみ処理実績

施設	メタンガス濃度	生ごみ処理実績
A	60%	84%
B	62%	19%
C	63%	20%
D	68%	38%
E	63%	45%
F	-	10%
G	55%	66%
H	69%	66%
I	-	100%
M	-	100%
N	-	2.6%
O	-	43%

く、環境負荷軽減や最終処分場の延命化などの利点も考慮することにより、存在価値が見出されると考えられる。利益をあげる施設ではなく、処理施設に加えて、余剰電力や熱利用が可能であり、環境負荷の低減に貢献しうる施設という見方が必要である。現時点では、施設建設費用などコスト面で課題があるが、このような施設が普及、発展する間に新たなシステムを構築し、コスト低減を図る必要があると言える。

次に生ごみ処理実績を見ると、施設ごとに大きなばらつきがある。この原因として、処理実績の低い施設 B（生ごみ処理実績 19%）においては、し尿および浄化槽汚泥の搬入量が計画処理量を超過していることの対策として調整しているためであり、主処理工程の負荷が課題とならないよう、メタン発酵槽に投入する生ごみ量を減らして、主処理工程に移送するメタン発酵脱離液の濃度を低く維持していることによるものである。施設 N においては、稼動したばかりの施設のため、濃縮汚泥及び余剰汚泥が計画よりも多く投入されている状況であり、これらの減少に伴い搬入生ごみを増量していく予定としている⁷⁴⁾。生ごみの投入量は安定的になっていない地域も見ら

れるが、プラントの運転状況を示すメタンガス濃度はどの地域でもほぼ理想値に達している状況である。生ごみの投入量以外にもし尿や汚泥などが処理されている汚泥再生処理センターが多いことから、両者の処理量を表 3-13 で比較した。

生ごみのみを対象とした施設以外には、主としてし尿や汚泥等を処理している。生ごみ処理は同じ有機性廃棄物である、し尿等の処理に追加的に行なわれている傾向がある。汚泥再生処理センターにおいては、生ごみは最大で 8t 程度の投入量となっている。対して生ごみ処理施設では、生ごみ投入量は 55t から 3t であり、多くは 10t 以上の処理能力を持っている。汚泥再生処理センターでは、1t 程度の投入量の施設も見られ、生ごみを主体とした処理ではなく、生ごみは追加的な処理物との認識がされていると考えられる。バイオガスプラントにおいても汚泥再生処理センターと同様に、生ごみの投入量は、家畜ふん尿等の投入量に比べ、少ないことがわかる。これらの傾向より、生ごみ処理においては、生ごみ処理施設以外では、追加的に生ごみを投入することで、生ごみ処

表 3-13 処理対象物内容

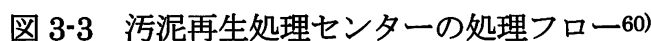
施設	し尿(/日)	汚泥(/日)	生ごみ(/日)
生ごみ処理施設	－	－	55t
	－	－	22t
	－	－	16t
	－	－	3t
汚泥再生処理センター	15kl	6m ³	10t
	240kl		8t
	16kl		8t
	20kl	3t	5t
	31kl	59kl	3.4t
	9.5t		3t
	58kl	91t	1.8t
	80kl		1.3t
	105kl		1t
	35kl		0.9t
	22.3kl	3t	0.5t
バイオガスプラント	52.2t		13t
	13t		0.1t

表 3-14 生ごみ回収容器

種類	収集容器		
	ビニール袋	バケツ	直接搬入
生ごみ処理施設	4	0	0
汚泥再生処理センター	6	4	1
バイオガスプラント	0	1	1

また、生ごみの処理実績に対し、バイオガス濃度が影響していない背景には、生ごみ以外の有機系廃棄物の量の多さがあり、それがバイオガス発生量を左右すると思われる。し尿等の廃棄物において、安定的に量が確保できれば、バイオガス化処理は可能であると考えられる。しかし、生ごみが最も有機物を多く含んでおり、処理プラントの負荷を軽減するために生ごみの投入を抑えている地域も見られる点から、生ごみ投入量もバイオガス化プラント運転には考慮すべき課題の一つである。

生ごみを収集する際に、収集法も重要な要素となる。メタン発酵処理は液状での処理を行なうため、夾雑物の分別が行ないやすい。しかし、可燃物等と同様にビニール袋による回収の場合、有機系廃棄物以外のビニール等が混入する可能性が高くなり、夾雑物除去過程を高度化する必要がある。このように、生ごみのみの回収では、回収法も課題の一つとなる。表 3-14 に回収法を示す。



処理施設を含め建設されている^{71,72)}。図 3-3、3-4、3-5 に汚泥再生処理センター、生ごみ処理施設、バイオガスプラントそれぞれの処理フローを示す。

汚泥再生処理センターは、元来污水处理場として稼動していた施設を、生ごみなどの有機系廃棄物も同時に処理できるように設計された施設である。そのため、生ごみを処理した後に発生する汚水の処理は、し尿処理工程において、排水処理される。この場合、排水処理設備は施設内にすでに存在するため、新規の排水処理工程の設置の必要は無い。尚、この施設では、メタン発酵による生成汚泥を一部肥料化し、残りをガス化溶融炉による溶融スラグ化している。このようにガス化溶融炉を併設する施設は少ないが、このような処理システムは、処理後生成物の消費先の確保が容易になり、リサイクルの観点から有効な手段と考えられる。

生ごみ処理施設は、生ごみ処理を行なうメタン発酵槽を含めたバイオガス化工程が存在する。しかし、メタン

発酵処理において発生する汚水を河川に放流する時は、排水処理をする必要が生じる。そこで、排水処理施設を併設する必要がある。施設としては広大な土地と、施設建設資金が必要となる。

バイオガス化施設は、酪農地域に存在している例が多く、発酵後の処理液の一部を液肥として使用している。この場合河川に放流するような高度な処理が不要なため、施設の運営は簡素になると考えられる。しかし、毎日大量に発生する家畜のふん尿や生ごみの処理を考える時、全て堆肥や液肥として再利用することは不可能であり、排水処理施設の併設が必要となる。

以上のように、メタン発酵後の排水処理については、汚泥再生処理センター以外では、メタン発酵処理施設に加え、排水処理設備を設置する必要がある。生ごみ処理を考える時、排水の処理が課題となる。下水処理場などから改築して建設される汚泥再生処理センターは、排水処理の面では新たな排水処理設備が不要となり、新たに設

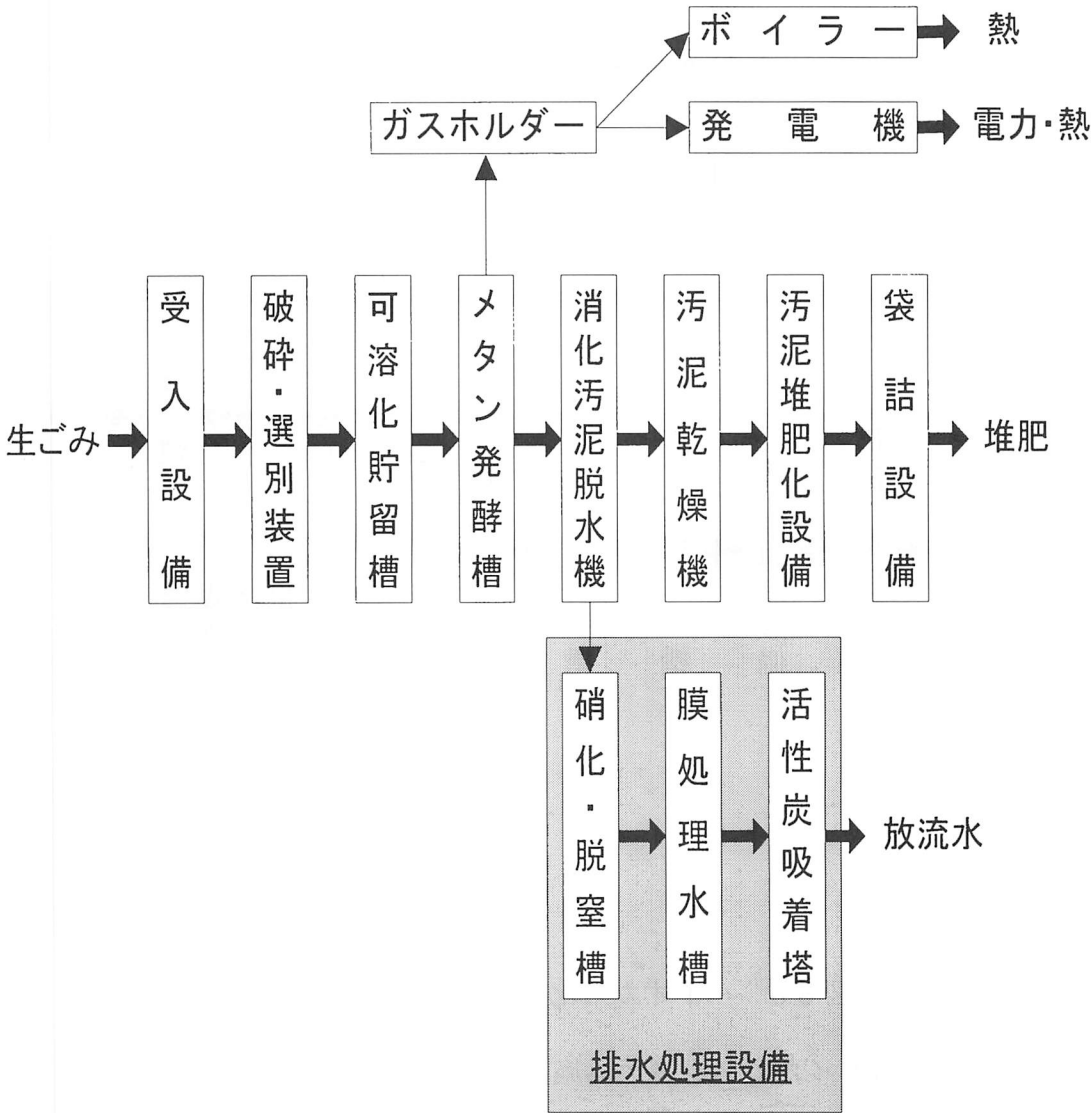


図 3-4 生ごみ処理施設の処理フロー⁶⁸⁾

置しやすい施設だと言える。

生ごみをメタン発酵処理するに当たり、施設規模の大きさが堆肥化施設との大きな違いとなる。堆肥化事業は1自治体または島で多く行なわれているが、メタン発酵施設は複数の自治体での広域事業として行なわれている。表 3-15 に堆肥化とメタン発酵施設の形態を示す。

	単独事業 (1市町村島)	複数自治体 での事業
堆肥化施設数	35	4
メタン発酵施設数	6	11

表 3-15 堆肥化とメタン発酵施設の形態 ⁸¹⁾

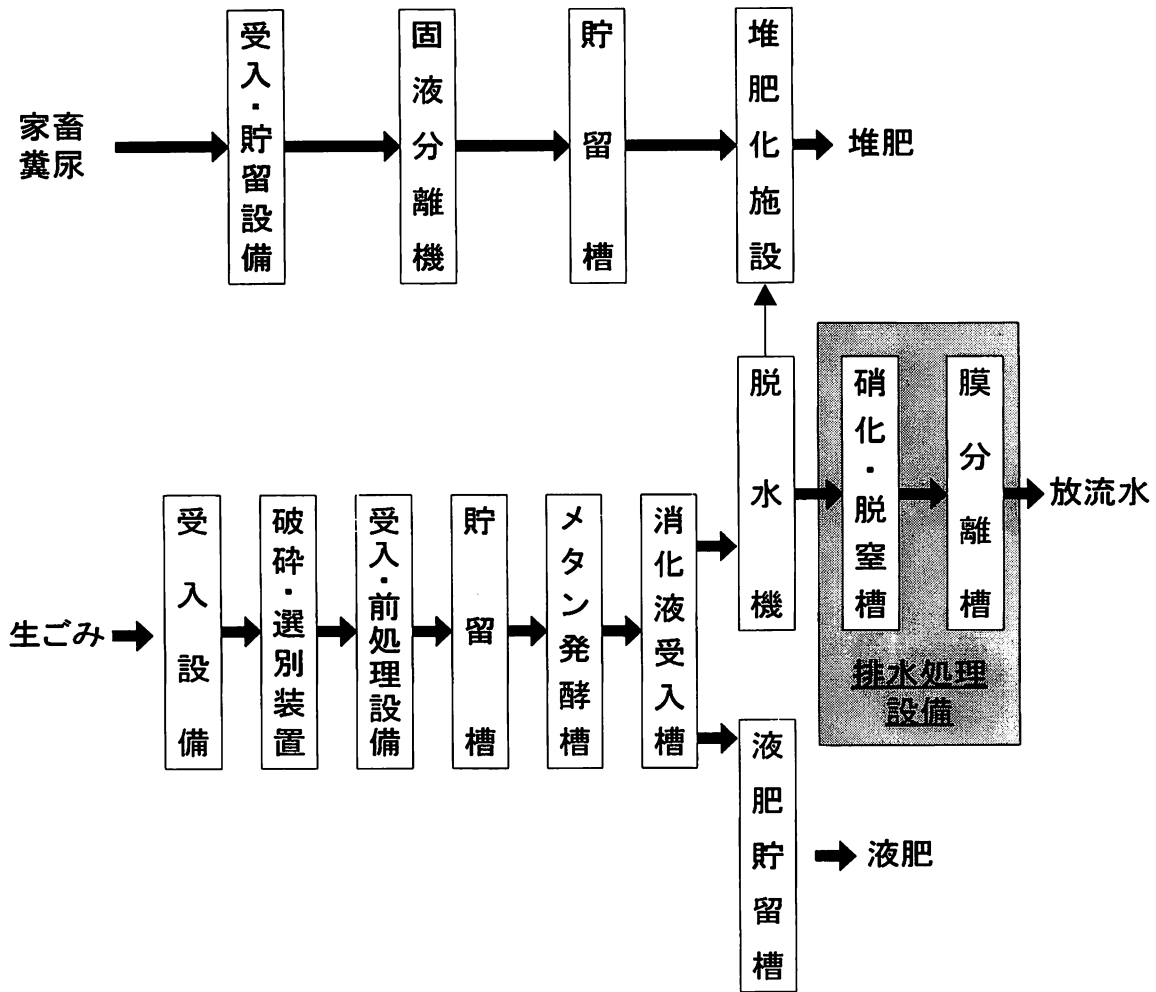


図 3-5 バイオガス化施設の処理フロー

(「葛巻町バイオガスシステム施設」パンフレットより抜粋)

メタン発酵施設は発酵槽の運転管理や、高い有機物濃度の排水の高度処理を行なう必要があるため、単独の自治体よりは、広域事業体での処理が多く行なわれていると考えられる。また、メタン発酵槽は、安定した量の生ごみを多く必要とすることも、広域化する要因の一つであろう。メタン発酵を生ごみ処理に利用する場合、単独の自治体においては財政的な面においても、高度処理施設などの建設が困難な点も考えられる。汚泥再生処理センター等の処理施設を併設している施設等であれば普及は可能であると考えられる。他にも収集法など、処理システムが重要となるため、地域にあったシステムを構築する必要があると考えられる。

3-3 考察

現在稼働している自治体が行なう生ごみのメタン発酵処理施設の現状を明らかにした。生ごみのメタン発酵処理は、特に北海道では広域処理において、回収範囲が広い等の地域特性もあり、多く行なわれていた。また施設を建設する上では、可燃物処理施設への生ごみの搬入への住民の反対があり、生ごみのみを分別する必要性が生じたというように、地域の状況にも左右される。

生ごみを扱うメタン発酵処理施設の形態を見ると、生ごみのみを処理している施設は少なく、汚泥再生処理センターとして、同じ有機系廃棄物であるし尿等との混合処理が多く行なわれている。メタン発酵には水分が多く必要であり、水分を多く含有するし尿等の混合処理は行ないやすいことも要因のひとつと考えられる。同時に、汚泥再生処理センターは国庫補助対象になったことも大きな要因である。このように今後下水処理場の老朽化に伴う施設の改築にあたり、国庫補助等を行なうことで、今後の生ごみのメタン発酵処理は発展すると考えられる。今回検討を行なった生ごみのメタン発酵処理施設においては、家庭系生ごみを扱う施設は全体のおよそ半分であり、対象地域の全域より家庭系生ごみを回収している施設は、6施設のみであった。多くは量と質の安定している事業系の生ごみを主な処理物に考えており、家庭系生ごみをメタン発酵処理するためには、事業系のような高い質の生ごみも必要とされている。

メタン発酵処理プラントは全国各地に存在するが、寒冷地にも少なくない。メタン発酵処理に多く用いられている、高温、中温発酵では槽内を最低 30℃以上に加温する必要があるため、特に冬場の処理に問題がおきやすいと考えられた。しかし、実際の運転データでは、一年を通し順調に運転が行なわれている状況であり、季節による多少の変動はあるが、支障をきたすケースは見られていない。処理自体は全国的に採用が可能だと考えられる。しかし、処理後に発生する汚水の処理が課題のひとつと考えられる。処理排水は COD が高く河川等への放流基

準まで処理するには高度な処理施設が必要となる。これらを完備するためには広大な土地と施設が必要となり、単独の自治体ではコスト面での課題となりうる。

また、バイオガス発電により施設の電力消費における負担軽減がなされていたが、元来可燃物として処分されていた生ごみを分別し、別の施設で処理を行なうこととなるため、施設運営や分別処理費用など、新たな費用負担が発生することになり、コストの軽減も同時に解決すべき課題の一つと考えられる。その場合、生ごみ処理施設を発電施設と考えるのではなく、処理施設であり、同時に環境負荷を軽減するような施設との認識が必要とされるであろう。コストの軽減は必要であるが、環境負荷軽減や売電による費用負担軽減などの利点も考慮しつつメタン発酵処理施設を評価することが重要であると考えられる。

Ⅱ－４ 家庭系生ごみリサイクルに関する市町村の意識

4－1 背景

家庭系の一般廃棄物処理は自治体の業務として回収、処理されている。その一般廃棄物処理の主体となる市町村は、生ごみ処理においても方向性を決定する重要な立場にある。その市町村が、生ごみをどのように捉え、扱っているのか、現状を明らかにすることは生ごみ処理を考える上で重要である。

そこで本章では、山梨県下と静岡県下の市町村を対象に生ごみ処理に関する意識調査を行なった。これらの調査より、自治体が行なう生ごみ処理の課題と解決すべき課題を検討した。

4－2 調査方法

調査の概要は以下の通りである。

家庭系生ごみ処理に関する意識調査

対象：山梨県下全 38 市町村
調査方法：郵送アンケート方式
調査期間：平成 17 年 8 月 15 日～10 月 7 日（54 日間）
（平成 17 年 月末までに返信された分を含めて集計）
回収結果：有効回答数 28 通（回収率 74%）

家庭系生ごみ処理に関する意識調査

対象：静岡県下全 69 市町村
調査方法：郵送アンケート方式
調査期間：平成 16 年 9 月 1 日～9 月 21 日（21 日間）
（平成 16 年 10 月末までに返信された分を含めて集計）
回収結果：有効回答数 46 通（回収率 67%）

山梨県と静岡県をモデルに選定し、各県の市町村を対象に各自治体の廃棄物担当者への郵送によるアンケートを実施した。その結果、両県ともに 7 割もの回答が得られた。アンケートの内容は別紙に示す。

4－3 調査結果

本アンケートより得られた結果を基に、自治体における生ごみ処理の現状と課題を検討した。尚、本調査の回答は自由記入欄での回答が多い。自由記入での回答は、少数でも生ごみ処理の課題としては重要であるとの認識で、下記の検討を行なっている。

4－4 リサイクルの現状

まず生ごみリサイクルの現状を明らかにするため、家庭から排出される生ごみは現在どのように処理されているのかを尋ねた。

「回収された家庭系生ごみを焼却処理していますか？」との設問の回答は表 4-1 であった。

表 4-1 生ごみを焼却処理している自治体

	回答数 (山梨)	回答数 (静岡)
焼却処理している	25	44
焼却処理していない	3	2

回答した両県の自治体において、生ごみのほとんどは可燃物として焼却処理されている現状にある。また、焼却処理をしていないと回答したうちの 2～3 の自治体においては、家庭での生ごみ処理機などによる処理が普及しているという理由からであった。

では、生ごみリサイクルを行っている地域はどのくらいあるのだろうか。「回収された家庭系生ごみのリサイクルを実施していますか？」との設問の結果は表 4-2 であった。

表 4-2 家庭系生ごみのリサイクルを行なう自治体

	回答数 (山梨)	回答数(静岡)	
実施している	1	全域	2
		一部地域	4
実施していない	25	40	

家庭系の生ごみのリサイクルを自治体全域で行なっている例が両県 1～2 つあり、分別回収し、コンポスト化を実施している。静岡県のある自治体は、平成 17 年 4 月からリサイクルを開始しており、1 ヶ月 6 トンの生ごみ量ということである。また、実施していないと回答した中に、試験的に生ごみプラントを稼働しているという自治体が 1 つあった。

以上より、生ごみリサイクルを実際に行なう自治体は少ないという現状がわかる。では、現在、生ごみリサイクルを行なっていない地域においても、将来行なう検討をしているのであろうか。前設問において、生ごみリサイクルを行なっていないとの回答者に対し、「現在、生ごみのリサイクル化を検討されていますか？」と尋ねた。

生ごみリサイクルを「検討している」、または「多少検討している」という回答においての理由は表 4-4 であった。静岡県に比べ、山梨県の自治体の方が生ごみリサイクルを検討する意識が薄い傾向がうかがわれる。

生ごみリサイクルを行なう動機としては、可燃ごみの減量やリサイクル等、環境保護を配慮した動機が多く見られる。可燃ごみ焼却時の排気ガスや近年のリサイクルへの動きの高まりなど、両県の自治体における環境への意識が見られる。また、山梨県ではコストの面の意識を抱えていることがわかる。このように、生ごみが現在の処理システムの阻害要因の 1 つとなっていることがわかる。これらは、現在の焼却によるごみ処理システムの課題であるとも考えられる。

また、表 4-3 において検討をしていない自治体は 18 自治体と、アンケートの全回答数 25 のおよそ 7 割を占めていた。結果、生ごみリサイクルに対し、何らかの方策を実施、または検討している自治体は全体の 3 割にとどまっていることがわかる。では、なぜ生ごみリサイクルに対する施策をとらない自治体が多く存在するのであろうか。その理由より、生ごみリサイクルの課題が考察できると考えられる。理由は表 4-5 であった。

表 4-3 生ごみリサイクルを検討している自治体

	回答数(山梨)		回答数(静岡)	
検討している	2	7	5	10
多少検討している	5		5	
検討していない	18		28	

表 4-4 生ごみリサイクル検討理由（複数回答）

① 山梨

分類	理由	回答数	
環境	可燃ごみの減量化	1	6
	循環型社会の形成	1	
	環境保護	3	
	焼却灰の低減化	1	
コスト	処理費低減化	5	5

（うち、1 自治体:生ごみ減量検討委員会を設置し、協議中）

② 静岡

分類	理由	回答数	
環境	可燃ごみの減量化	4	9
	リサイクルの観点から	3	
	焼却灰の低減化	2	
コスト	処理費低減化	1	2
	化石燃料の使用削減	1	
その他	新エネルギーの観点	1	2
	新焼却場の建設に当たりリサイクル施設を検討	1	

表 4-5 生ごみリサイクルを検討しない理由（自由記入・複数回答）

① 山梨

分類	回答	回答数	
回収時の問題	生ごみのみの分別収集は難しい	6	10
	悪臭	2	
	新たな分別回収システムの構築	2	
コストの問題	処理施設の設置コスト	5	7
	稼動コスト	2	
処理時の問題	施設設置場所の確保が困難	3	6
	焼却処理で十分（焼却処理と決議されている）	2	
	公害問題	1	
生成物の問題	リサイクル生成物の品質（生成物の使用に問題有）	1	5
	リサイクル品の消費先の確保	4	
必要性	生ごみの自家処理を推進している	1	1
その他	適正なりサイクル法がない	2	8
	住民の理解が得られるか疑問	1	
	生ごみより一般廃棄物の回収の策定が優先	2	
	合併後に検討	3	

② 静岡

分類	回答	回答数	
回収時の問題	生ごみのみの分別回収は難しい	15	19
	悪臭	4	
コストの問題	処理施設の設置コスト	8	15
	稼動コスト	7	
処理時の問題	施設設置場所の確保が困難	9	12
	焼却処理で十分（焼却処理と決議されている）	2	
	広域事業体で焼却処理(施設の新設が困難)	1	
生成物の問題	リサイクル生成物の品質	3	8
	リサイクル品の消費先の確保	3	
	リサイクル品の価値	2	
必要性	生ごみの自家処理を推進している	3	4
	生ごみ処理機が総世帯数の約半数に普及している	1	
その他	事例不足	2	5
	適正なりサイクル法がない	1	
	住民の理解が得られるか疑問	1	
	衛生面での問題がある	1	

生ごみリサイクルを検討しない理由として、回収の際に分別困難で悪臭がするなどの「回収時」に課題が存在しているという回答が多く見られている。実際に生ごみ処理の実験プラントを稼動している自治体では、分別、悪臭等の問題で何度か止めざるを得ない状況という。また、新たなリサイクル処理施設の設置に伴うコストや処

理コストの増加も、自治体が行なう廃棄物処理では負担が大きいのことがわかる。生ごみリサイクルを実現するには単独の自治体では困難であるとも考えられる。現状、焼却処理で十分とする地域も見られる。また、処分場用地の確保においても、処分場が迷惑施設との認識の大きい現在、大きな障壁になっていることが考えられる。

表 4-6 家庭系ごみ処理における生ごみリサイクルの必要性

選択肢		回答数(山梨)		回答数(静岡)	
必要性を感じる	必要	18	26 (93%)	32	43 (93%)
	どちらかという必要	8		11	
必要性を感じない	どちらかという不要	2	2 (7%)	2	3 (7%)
	必要でない	0		1	

表 4-7 生ごみリサイクルの最適手法（複数回答）

	回答数(山梨)	回答数(静岡)
堆肥化	21	30
焼却処理	1	14
飼料化	3	3
メタン発酵等によるバイオガス化	3	3
その他	2	3

以上の設問より、自治体における生ごみ処理において、半数以上の自治体ではリサイクルへ向けた動きが無く、実際に生ごみリサイクルを行なっている自治体は、ごく少数の自治体にとどまっていることが明らかとなった。このように生ごみリサイクルは積極的に行なわれていない現状であったが、生ごみリサイクルは必要なのであるうか。生ごみリサイクルの必要性を知るため、「生ごみのリサイクルは家庭系ごみの処理において必要だと思いますか？」と質問し、表 4-6 の回答を得た。

両県の多くの自治体で生ごみリサイクルの必要性は認識されているが、多くの課題が障害となり、実際には行なわれていないことが明らかとなった。生ごみリサイクルが行われている地域は、一部に限られている。

では、なぜ必要性がありながら生ごみリサイクルは行なわれていないのか。次に生ごみリサイクルを行なわない理由から、生ごみリサイクルの課題を検討する。

4-5 手法について

現在、生ごみリサイクルはあまり行なわれていない状況であるが、処理手法は多種に渡り開発、実用化されている。これらを踏まえ、自治体の廃棄物の担当者はどのような処理を考えているのであろうか。生ごみの最適な処理手法について考察する。

まず、生ごみのリサイクル技術について、どのような手法が適していると考えているのだろうか。「家庭系生ごみを分別処理するためには、どのような方法での処理が最善だと思いますか？」と尋ねた。結果は表 4-7 である。両県、堆肥化という回答が大多数を占めた。次にそれぞれの回答を選択した理由を示す。まず、最も回答数が多かった堆肥化の選択理由を表 4-8 に示す。

表 4-8 堆肥化処理の選択理由（自由記入・複数回答）

① 山梨

分類	回答	回答数	
ごみの減量・リサイクル	ごみの減量	4	10
	リサイクル（循環型社会）	6	
環境	自然環境（地球環境）に優しい	2	3
	土壌・空気の浄化	1	
利便性	個々の家庭でできる方法である	1	2
	堆肥として利用できる	1	
現状	堆肥投入先が多く存在する	1	3
	生ごみ処理機が普及している	1	
	すでに分別回収しコンポスト化している	1	
コスト	処理コストが軽減できる	3	3
その他	焼却処理はできるだけ避けたい（希望）	1	1

② 静岡

分類	回答	回答数	
ごみの減量・リサイクル	ごみの減量	4	8
	リサイクル（資源になる）	4	
環境	自然環境（地球環境）に優しい	3	6
	生ごみの扱いが難しいため難しいため（悪臭、衛生、害虫等）	2	
	焼却による大気汚染等の心配がない	1	
利便性	個々の家庭でできる方法である	4	6
	堆肥が一番利用・普及しやすい	1	
	残渣がない	1	
現状	堆肥投入先が多く存在する	1	5
	生ごみ処理機が普及している	1	
	住民の関心が高まっている	1	
	住民の理解が得やすい	1	
	他の方法は現状では困難	1	
コスト	処理コストが軽減できる	3	3
負担軽減	焼却効率の向上	1	1
その他	焼却処理及び堆肥化の併用がよい	1	1

生ごみ処理には堆肥化処理が適していると回答した理由を見ると、両県ともにごみの減量になることを挙げる回答や、リサイクル化のため、自然環境にやさしいことなどが上げられている。焼却処理時のダイオキシン発生や、焼却処理における問題（コスト、処理物の有効活用など）からリサイクルを考えているというような回答も見られた。また、生ごみリサイクルにおける堆肥化技術は、行ないやすいリサイクル手段であるという認識もされてい

ることがわかる。同時に、生ごみの発生抑制のために、家庭での生ごみリサイクルを考えている自治体が多く、家庭で容易に行なうことが可能である点からも堆肥化技術が注目されていることがわかる。

次に回答数の多い飼料化とバイオガス化について考察する。これらの手法の選択理由は表 4-9、4-10 である。

表 4-9 飼料化の選択理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

回答	回答数
ごみの減量	1
リサイクル	1
大気汚染が少ない	1
自然に優しい	1
埋立地がいない	1
堆肥として利用できる	1
コストが安い	1

② 静岡

回答	回答数
産廃での事例がある	1
残渣がない	1
リサイクルにかかるエネルギーが一番少ない	1

表 4-10 バイオガス化の選択理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

回答	回答数
安定したごみの回収が難しい	1
二酸化炭素の削減	1
エネルギー消費の抑制	1
堆肥化・飼料化では消費先が限られる	1
バイオガスの利用先が確保されれば	1

② 静岡

回答	回答数
実際にプラントが稼動していて検討に値する	1
資源の有効利用法として適している	1
バイオガスの利用先が確保されれば	1

表 4-11 焼却処理の選択理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

回答	回答数
資源化する完全な設備が技術整備されていない	1
焼却以外の方法では使用先に難点がある	1

② 静岡

分類	回答	回答数
コスト・手間の問題	コストや効率(手間)を考えると最適	3
	分別が困難	1
	分別回収を始めるとき、回収体制や、異物除去、害虫対策で問題が多いと思われる。	1
焼却処理の必要性	現状では他の方法は無理	1
	衛生面を考えると焼却処理も必要	1
	堆肥化しているが、生ごみ処理機利用者の大部分が乾燥式(結局は焼却処理)	1
現状で問題なし	現在の処理でうまくいっている	3
その他	他のデータが無いため判断できない	1
	全量の堆肥化は難しい	1

飼料化は、ごみの減量やリサイクル、自然環境への配慮等々、堆肥化と同様の理由が挙げられている。その処理は比較的手間がかからないことが利点と考えられている。また、バイオガス化は、近年そのプラントが開発され、関心が寄せられていることがうかがわれる。なお、バイオガス化は、堆肥化と飼料化では、それらの利用先の確保が難しい自治体での選択肢とも見受けられる。次に回答数の多い焼却処理とその他の回答について考える。回答は表 4-11、4-12 であった

焼却処理は現在多くの地域で行なわれているが、近年の環境意識の高まりからか焼却処理について、回答を避けた自治体は少なくなかった。山梨県で回答した自治体は1つのみであった。焼却処理以外を解答した自治体では、新しい処理方法を始める場合、現在より多い手間、コスト、生成物の利用先等から、容易に新しい方法を取ることができない慎重論が多い。逆にこの点が焼却以外のリサイクル手法に必要な要素であると考えられる。

その他、様々な処理手法での検討を行っていないため、判断できないという回答もあった。また、根本的に各家庭でごみの減量に努めてもらうことが先だという指摘もあった。

以上より、生ごみリサイクル手法としては、堆肥化が適しているという認識が高いことがわかる。

最適と思われる生ごみのリサイクル手法が挙げられた。次に自治体では、実際に生ごみ処理を行なう場合、選択した処理手法が実用可能と考えているのであろうか。「前設問で選択した手法を用いて生ごみ処理を実際に行なうことは可能であると思いますか？」という質問に対する

回答より考察する。結果は表 4-13 であった。

表 4-12 その他の選択理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨	
回答	回答数
どの方法が最善かわからない	1
家庭でごみを減らす努力をしてほしい	1

② 静岡	
回答	回答数
コスト、需要などのデータ不足で、何が最善か判断できない	2
最善と思うもの無し	1
堆肥化、飼料化、バイオガス化の複合処理	1
自治体では自家処理を推進	1

表 4-13 選択手法の実用可能性

選択肢	山梨				静岡			
	可能		不可能		可能		不可能	
堆肥化	14	67%	7	33%	23	82%	5	33%
焼却処理	1	100%	0	0%	13	100%	0	0%
飼料化	2	67%	1	33%	2	67%	1	33%
バイオガス化	2	67%	1	33%	3	100%	0	0%
その他（家庭で処理）	1	100%	0	0%	—	—	—	—
その他（堆肥・飼料・バイオガス化などの複合処理）	—	—	—	—	2	100%	0	0%

まず、適したリサイクル手法として選択回答数の多かった堆肥化を見ると、不可能との回答が 7 件(33%)も存在した。最適と考えているのに、実用不可能と認識していることは、堆肥化における、問題点を有することがわかる。不可能とした理由を表 4-14 に示す。

表 4-14 堆肥化を実現不可能と回答した理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

回答	回答数
異物の問題	1
コストがかかる	1
処理施設・場所の確保が難しい	2
処理施設設置の住民の同意	1
各家庭での処理を促進している	1

② 静岡

回答	回答数
異物の問題	1
回収方法の変更等が困難	1
悪臭問題	1
コストがかかる	2
処理施設・場所の確保が難しい	2
住民全体の生ごみを処理できる施設は無理	1
住民の同意の確保が困難	1

堆肥化を行う場合、生ごみ処理施設とその設置場所に関する課題が指摘されている。住民の同意も大きな課題である。また、分別処理には多くの手間とコストが生じるため、実際に行なう場合には大きな障壁になると考えているようである。

他のリサイクル手法に関しても、広い土地を必要とする生ごみ処理施設が必要となるため、用地の確保は大きな課題である。また、このことより、少ない用地で処理施設が設置できる処理手法の開発が求められている。化学肥料に比べ堆肥は施肥量が多くなり、利用時にも多くの課題があると考えられる。

表 4-15 の堆肥化を実現可能とした理由を見ると、家庭での家庭用生ごみ処理機による処理と協力が必要としている。自治体では、生ごみリサイクル処理は、自治体全域で行なうよりも、個々の家庭で堆肥化することが、より実現可能であると考えていることがわかる。

表 4-15 堆肥化を実現可能と回答した理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

回答	回答数
家庭用生ごみ処理機の使用を促進している	7
分別ができれば可能	1
堆肥の消費先を確保できれば可能	1
事業者・自治体の負担が削減されれば可能	1
すでに自治体で事業を行っている	1

② 静岡

分類	回答	回答数	
家庭などの協力	補助による家庭用生ごみ処理機の普及で可能	8	12
	分別ができれば可能	1	
	関心の高まり	1	
	家庭で利用されやすい	1	
	家庭や事業所での処理は個々の管理が徹底できるため	1	
消費先	堆肥の消費先を確保できれば可能	2	3
	消費先がある	1	
実際例	自分の自治体と同規模の自治体での成功例がある	2	3
	パイロット事業を行っている	1	
その他	生ごみ処理機の高性能化	1	2
	取り組みやすい	1	

4-6 主体について

以上のように、生ごみ処理では、実際にリサイクルを行なうことができる手法が存在していることを、自治体の廃棄物担当者は認識している。実際に処理を行なうことができる技術はありながら、実際には行なわれていない。技術的な側面においては、分別の手間やコストが障壁となり、生ごみリサイクルが進まない状況であることがわかる。ここで、家庭での協力が必要という意見が多数存在していたが、自治体は誰が生ごみ処理を行なうべきと考えているのか。「生ごみリサイクルは誰がやるべきと考えますか？」と質問した。回答は表 4-16 であった。

生ごみリサイクルは個々の家庭がするべきという回答が多く存在した。家庭と選択する理由は表 4-17 であった。

表 4-17 家庭でリサイクルすべき理由
(自由記入・複数回答)

① 山梨

分類	回答	回答数	
家庭での意識・協力	家庭ごみは家庭で処理してほしい (ごみ処理機利用促進中・鮮度の面)	8	14
	ごみに対する意識が必要	3	
	個々の努力が必要	1	
	リサイクル意識が高まるから	1	
	住民の協力が必要	1	
コスト・取り扱い	ごみの減量化	1	2
	回収したごみはすべて焼却してしまうため	1	
その他	住民・事業所・自治体で協力し合うべき	2	2

表 4-16 生ごみリサイクルをするべき主体
(複数回答)

回答	回答数 (山梨)	回答数 (静岡)
個々の家庭	23	34
自治体	8	19
専門業者	4	4
市民団体等	3	2
その他	1	5

② 静岡

分類	回答	回答数	
家庭での意識・協力	家庭ごみはなるべく家庭で処理してほしい (家庭がやるべき)	5	17
	ごみ減量に対する意識が必要	3	
	個々の努力(意識)が必要	4	
	リサイクル意識が高まるから	3	
	住民の協力が必要	2	
コスト・取り扱い	分別の精度が保てる	2	7
	取扱いが難しい(悪臭等)	1	
	量が少なければリサイクル可能 (量が多いと難しい)	1	
	1 件ごとの処理量が少なく処理しやすい	1	
	コスト効率と効果が一番高い	1	
	排出が少なければコストが少なくてすむ	1	
処理生成物	生ごみ堆肥等は家庭菜園くらいしか使えていない現状から(品質の問題)	1	1
その他	自治体でのリサイクルは考えていないため	1	3
	家庭や事業所で堆肥化し、利用する場所は自治体で斡旋する	1	
	昔はできていたから	1	

家庭でリサイクルするべき理由として、家庭でのごみへの意識や住民の協力が必要とされていることがうかがえる。分別回収する場合において、コストや手間等で現状よりも多くの負担が自治体側で生じるため、家庭での処理が望ましいと考えられている。一方、自治体が望ましいと答えた自治体は、個々の家庭と併せて複数回答しているものが多い。これは、家庭でできる分別や処理は家庭で行った上で、生成物の利用に関しては自治体が関与して、双方での協力が必要だとする考えであろう。

住民参加の場合、地域により住民の意識が異なる場合もあり、可能な地域と不可能な地域に分かれることも考えられる。このことは、課題の1つであろう。生ごみ処理においては、回収時のコストや衛生的に処理することが、課題であると言えよう。

以上より、自治体では住民も参加する生ごみのリサイクル事業が理想としていることが明確となった。しかし、住民が生ごみをリサイクルするには、生ごみ処理機などの機器を必要とする場合がほとんどである。住民に対する生ごみ処理機に対する普及促進策は取られているのだろうか、生ごみ処理機への補助制度の内容より検討する。「あなたの市町村では、住民が家庭用生ごみ処理機やコンポスターを購入する際、補助金の支給制度がありますか？」と尋ねた。

表 4-18 に示す。

表 4-18 家庭用生ごみ処理機への補助制度の有無

回答	回答数 (山梨)	回答数 (静岡)
あり	26	45
なし	1	1
検討中	1	0

大部分の自治体で生ごみ処理機購入費の補助制度が制定されている。生ごみ処理機には、生ごみを投入後、機械で攪拌、分解促進を行なう電気式生ごみ処理機と、生ごみを投入して自然に堆肥化処理を行なう堆肥化容器（コンポスター）の2種類が主に用いられている。それぞれの補助制度の概要は表 4-19 の通りである。

ここで、電気式生ごみ処理機を例に実際の価格から使用時の負担を検討する。現在、大手メーカーより販売されている電気式生ごみ処理機の価格と、量販店等の店頭での販売価格（実勢価格・2004 年 10 月現在）を調べた。結果を表 4-20 に示す。

表 4-19 生ごみ処理機の補助制度

分類	山梨		静岡	
	補助割合	上限金額	補助割合	上限金額
電気式生ごみ処理機	購入金額の 1/2	1 万～4 万円	購入金額の 1/4～2/3	1 万～3 万円
コンポスター	購入金額の 1/2	3 千～5 千円	購入金額の 1/2～7/10	3 千～7 千円

表 4-20 大手メーカー5 社が販売する電気式生ごみ処理機価格

(2004 年 10 月現在・インターネット調べ)

価格帯	希望小売価格	実勢価格
3 万円以上 4 万円未満	0	1
4 万円以上 5 万円未満	0	5
5 万円以上 6 万円未満	0	6
6 万円以上 7 万円未満	2	2
7 万円以上 8 万円未満	2	1
8 万円以上 9 万円未満	2	0
9 万円以上	3	0
オープン価格	6	—

実際に量販店の店頭で販売されている価格は、4万～5万円の価格帯が最も多く存在している。モデルケースとして4万円の生ごみ処理機を購入するケースを考え、補助制度を用いた生ごみ処理時の負担について検討する。

例) 購入金額 4 万円
補助金額 2 万円 (購入費の 1/2 補助) の場合
※住民の負担：購入金額 2 万円
処理機運転費 (電気代・バイオ基材等)
生成物の熟成

家庭用生ごみ処理機を購入し、自家処理を始めるとした場合、購入金額は 2 万円程度の負担が発生する。また運転時の電気代や基材の費用等も発生する。さらに、処理生成物は、堆肥としては未熟であり、未熟な堆肥を使用すると、有機物が微生物に分解される時に窒素が消費される。すると、一時的に土の中が窒素不足となり、植物に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、完熟肥料に熟成させる段階を経る必要がある。このように、生ごみ処理機を活用し、堆肥化を行なう場合、経済的負担以外にも負担が発生している。このことより、再利用には多くの手間がかかることがわかり、実際に家庭での生ごみ処理機を活用したリサイクルを行なう場合には、住民の意識・協力が必要不可欠であることがわかる。また、

生ごみリサイクルへの負担軽減策の開発や生ごみ処理機使用へのインセンティブの導入などにより、更なる生ごみ処理機普及へ向けた取組みが必要となると思われる。また、浄化槽の設置においては、自治体が補助をする場合、費用の一部を国が補助するシステムがある。生ごみ処理に関しても、生ごみ処理機への自治体の補助費用の一部を国の補助とするシステムが確立されれば、さらなる生ごみ処理機の普及も可能になると考えられる。

以上のことから、生ごみ処理は家庭で行なうことが理想とされているが、実際に行なうには負担が発生する。家庭での処理を推進するには、なんらかの推進策を講じる必要がある。

4-7 リサイクル時の要望

これまで生ごみリサイクルの現状を明らかとしてきた。次に、これから生ごみ処理を進めていく上で、どのようなことが必要とされているのであろうか。自治体の要望を、国や県へと、住民に対してとの 2 つの対象に分けて聞いた。まず、「生ごみリサイクルの実用化、普及を図るために、国政、県政がすべきこと」を尋ねた。結果は表 4-21 のようであった。

表 4-21 生ごみリサイクルにおいて国・県がすべきこと
(自由記入・複数回答)

① 山梨			
分類	回答	回答数	
財政的支援	生ごみリサイクルへの補助	10	12
	リサイクル施設の建設・整備	2	
技術的支援	生ごみリサイクル技術の開発	5	5
政策的支援	指導の援助	1	1
住民への広報	住民教育	2	5
	広報活動 (啓発)	2	
	国民への周知 (情報提供・補助金制度の広報)	1	
その他	生ごみ処理後生成物の提供先の確保	5	7
	処理施設の問題	2	

② 静岡

分類	回答	回答数	
財政的支援	生ごみリサイクルへの補助(補助金等)	17	18
	リサイクルを行う団体への補助金	1	
技術的支援	生ごみリサイクル技術の開発	12	17
	一般家庭にできるようなシステムの開発	3	
	生ごみリサイクルシステムの 国、県レベルでの構築	1	
	堆肥の質の全国的均一化	1	
政策的支援	生ごみリサイクルの法制度の確立 (リサイクルの義務化・規制緩和)	6	13
	人材の育成	1	
	リサイクル化の目標設定	1	
	生ごみ処理業者への規制緩和	1	
	ごみ有料化についての法制度の拡充	1	
	事業者に対する生ごみリサイクルの徹底	1	
	食品リサイクル法の効率的運用	1	
	排出者責任法制化	1	
住民への広報	住民教育	5	11
	広報活動	2	
	国民への周知（情報提供）	3	
	窓口の開設	1	
その他	生ごみ処理後生成物の販売ルート(引き取り先)の 確保	9	11
	自治体は補助制度を利用しているが、国や県は生ご みリサイクルを奨励していない。 市町村任せなところが問題	1	
	国際的に働きかけるべき	1	

回答は、財政的支援、技術的支援、政策的支援、市民への広報、その他の5つに分類した。

特に回答数が多いものは、「財政的支援」であった。生ごみリサイクル活動への補助を求む回答が多く、生ごみリサイクルを行なうには財政負担が大きいと感じているようである。既出の設問においても明らかにされたように、生ごみリサイクルにはコストが障壁となっていることがわかる。単独の自治体において、新たな生ごみ処理システムの構築は難関であり、全国的に普及させるためには、一般家庭への助成など自治体での行政改革が必要であると考ええる。

また「技術的支援」においては、リサイクル技術の開発が必要とされていた。前述の質問において、「適切な生ごみ処理手法は何か」の問いには、堆肥化処理が多く回答されたが、堆肥化処理のみでは、満足できない意見もうかがえる。適切な処理手法とは、どのような手法をさすのであろうか。後に考察する。

「住民への広報」は、生ごみリサイクルに対する全国的な行動が求められていると考えられる。同時に、住民の意識向上に対し、広報の必要性も指摘されている。「その他」として、生ごみ堆肥の安定した消費ルートの確保は、市町村単位では限りがあるため、広域的に行うほうがよいと考えているようだ。

国内の生ごみリサイクルは、各地域がそれぞれの方法により実地している現状にある。しかし、地域により住民の生ごみに対する意識も異なり、住民の協力が得られるのは、一部地域に限られている。今後、全国的に統一された生ごみ処理の方向性を持たせることにより、生ごみ処理の取組みがより広く行なわれる基となるであろう。

次に自治体が住民へ求めている内容を考察する。「生ごみリサイクルの実用化、普及を図るために、住民、有識者、民間企業に希望する点」を尋ねた。それらの結果を表 4-22 に示す。

表 4-22 住民、有識者、民間企業等に希望する点（自由記入・複数回答）

① 山梨

分類		回答	回答数		
住民	排出時の処理	水切りの徹底	9	24	38
		生ごみ分別の徹底	13		
		排出マナーの徹底	2		
	家庭内での処理	自家処理の実施	8	9	
		ごみの減量	1		
	市民の意識・理解	個人の意識の向上	2	5	
		住民の理解	1		
		自治管理	1		
		ボランティア活動	1		
企業	技術的努力	企業技術・情報の共有化	3	5	5
		技術開発	1		
		処理の問題点を解決	1		
有識者	広報	リサイクルの適正な処理方法の広報	1	1	1

② 静岡

分類		回答	回答数		
住民	排出時の処理	水切りの徹底	14	28	58
		生ごみ分別の徹底	13		
		排出マナーの徹底	1		
	家庭内での 処理	自家処理の実施	16	20	
		ごみの減量	1		
		生ごみ処理機の家計での普及	2		
		堆肥化容器の配布や補助金の利用 (家庭内リサイクルの推進)	1		
	市民の意識・ 理解	個々人へ意識を持たせる必要 (排出意識)	6	10	
		住民の理解	1		
		処理施設設置場所の提供	1		
		生ごみリサイクルの知識を 身につける	1		
		リサイクル品の利用促進	1		
企業	技術的努力	生ごみ処理機の低価格化	2	8	9
		企業技術の共有化	1		
		技術開発	1		
		家庭でも簡単に付けられる 簡易ディスポーザーの開発	1		
		BOD低下のための 発酵促進剤の開発	1		
		リサイクル品が高品質であること	1		
		新築マンションの台所設備への 処理機導入	1		
		その他	民間企業の努力		
	その他	その他	生ごみ堆肥の利用	1	
生分解資材の普及			1		

表 4-23 生ごみリサイクルの重要点
(自由記入・複数回答)

① 山梨

分類	回答	回答数	
処理技術	リサイクル技術の発展	10	16
	消臭対策	5	
	処理施設の建設	1	
住民の協力	住民の理解と意識の向上	5	8
	住民への教育	1	
	住民の承諾	2	
生成物	処理物の消費ルート	1	1
コスト	家庭用生ごみ処理機の低料金化	1	1
その他	処理の有益性の広報	1	2
	住民参画で事業家を進める	1	

両県の自治体では、住民への要望が非常に多いことがわかる。生ごみリサイクルは住民参加が必要との、前設問の結果と同様の傾向を示している。自治体で具体的な協力内容を想定した場合、家庭内でできる限り多くの処理を行なって欲しいという回答が多く見られた(「排出時の処理」「家庭内での処理」)。前の設問結果より、生ごみの回収時に課題が多いことは明らかである。本設問においても生ごみの取り扱いの難しさや、生ごみの発生抑制によるごみ処理量軽減の必要性がわかる。生ごみを排出する場合において、リサイクル処理に必要な分別の徹底や、回収時の悪臭や処理効率を向上すべく水きりの徹底が必要とされている。生ごみのリサイクル処理は、家庭からの生ごみを原料とし、堆肥やバイオガス等の生成物を得るため、原料の質が重要となる。生ごみの排出者である住民がリサイクル事業において、重要な立場にあ

② 静岡

分類	回答	回答数	
処理技術	リサイクル技術の発展	12	16
	消臭対策	6	
	減塩技術	2	
	生成物とその消費先を考慮したリサイクル技術を選択すべき	1	
	リサイクルよりは処理の仕方を考えたほうがよい	1	
住民の協力	住民の理解と意識の向上	17	8
	ごみの分別指導	1	
	発生抑制	1	
	水分の削減	1	
	住民への教育	1	
生成物	処理物の消費ルート	4	1
	堆肥等、処理後生成物の品質	2	
コスト	家庭用生ごみ処理機の低料金化	1	1
	処理コストの低廉化	2	
	ごみ有料化	1	
その他	県を始めとした関係機関の協力	1	2
	保管施設の整備	1	
	町内など小規模な地域に処理機を設置し処理するという案も考えられる	1	

ることを理解する必要があると考える。当然ながら住民のごみの排出者としての認識や意識の向上を促す必要があると考えられる。また、生ごみ処理には、住民と自治体の協力が必要であろう。

企業に対しては、「技術的努力」で示されるように、生ごみリサイクル技術の確立が求められている。現在、様々なリサイクル手法が開発されているが、地域の条件により、生ごみのリサイクルが可能な地域と不可能な地域が存在する。どの地域においても安定した手法が1つでも選択できれば、生ごみリサイクルは発展していくと考えられる。その実現には、さらなる生ごみ処理手法の開発が必要である。これらのリサイクル手法が、徐々に実用化されていけば、ランニングコストが低下し、いずれ、一層普及が加速するであろう。

国や県などや住民へ希望する点より、自治体が行なうべき生ごみリサイクルへの課題が明らかとなった。様々な課題が挙げられてきたが、自治体では生ごみのリサイクルを総合的に考え、実現するには、どのような点が重要と考えているのであろうか。表 4-22、4-23「生ごみリサイクルの実用化、普及を図るための重要点」を尋ねた結果を示す。

「処理技術」や「住民の協力」に関する回答が多く見られている。処理技術に関して、リサイクル技術の発展が望まれていることは、先の設問においても明らかとなっている。加えて、生ごみの消臭対策が求められていることがわかる。生ごみは回収と処理時に悪臭を伴うため、取り扱いが困難である。そのため、後述するように、悪臭の苦情が寄せられている現状である。生ごみの消臭対策はリサイクルを実現する上で重要課題の 1 つであろう。一方、住民協力が必要であることも指摘されている。これは、他の設問においても明らかとされたが、リサイクルを行なう上において、生ごみの排出者である住民の協力は必要不可欠であり、今後、さらなる住民の理解と意識が必要であることを示している。

以上のように課題が存在し、生ごみリサイクルは実現していないことが再確認された。それでは、現在すでに起きている問題はあるのであろうか。生ごみに関する苦情について、「ごみ処理において、生ごみに関する苦情が住民から寄せられることはありますか？」と質問し、回答を表 4-24 に示す。

表 4-24 ごみ処理における苦情
(自由記入・複数回答)

住民からの苦情	回答数 (山梨)	回答数 (静岡)
悪臭	5	13
カラスなど動物による散乱	3	6
虫がわく	1	—
ごみから出る汚水	—	3
ごみ集積場の汚れ	1	2
分別の不徹底	1	1

住民からは悪臭についての苦情が最も多い。生ごみは水分を含み、回収時に腐敗したり、水分が溜まり集積場が汚染されるなど、悪臭は様々な場面で発生する。生ごみリサイクルを実現させるにはこれら苦情の事前対策が必要である。

自治体が生ごみ処理を行なうとした場合、何を住民に望むかを聞いた。結果を表 4-25 に示す。

自治体からの住民への要望は、生ごみの水切りと分別の徹底が多く見られた。水分を多く含んだ生ごみは、腐敗しやすく、悪臭や、集積場の汚染、回収車からの汚水流出原因になり、多く苦情が寄せられることがあり、家庭での処理の徹底を求めている。水分の多い生ごみは、夏季や、取り扱いが粗雑な場合に先の問題が生じやすい。このことは、ごみ出しのマナーにも重なる部分である。ゆえに、この回答から、生ごみの排出者である住民が自ら心がける必要性があることを示唆している。また、処理を住民がコンポストで自主的に行なうには、難しい点も多々あり、今後、住民への教育や広報が必要であろう。

表 4-25 住民への要望 (自由記入・複数回答)

住民への要望	回答数 (山梨)	回答数 (静岡)
水切り	8	20
分別の徹底	8	15
ごみの減量	2	11
ごみ出しのマナー	2	3
住民の協力が必要	—	3
指定場所・指定日以外に出さない	3	1
指定の袋に入れる	2	—
生ごみ補助制度の活用	—	2
集積所の管理	1	—

4-8 考察

自治体における生ごみ処理の現状は、大多数が焼却処理を行ない、生ごみリサイクルを実行、または検討している自治体は、ごく僅かであった。生ごみをリサイクルすることで、最終処分場の使用低減や、二酸化炭素の発生抑制など、山梨県と静岡県の大きな効果が得られる。浅く広く存在する家庭系生ごみの回収や、分別の徹底など、住民の協力無しには、リサイクルは難しいという認識がなされていた。

生ごみリサイクル手法に関して、堆肥化を最適とする回答が多く見られたが、施設の広い用地が必要であり、さらに経費もかかることから実現は不可能との指摘も見られた。生ごみ処理手法に関して新たなリサイクル技術の開発を求める意見が多く見られたことから、現在の処理手法では、生ごみリサイクルを行なうには、条件がその処理に整った地域のみで可能であり、全国での生ごみリサイクルは難しいと考えられる。また、生ごみ処理の実用化の可能性は、住民の協力や施設の場所確保など、地域により異なる。また、自治体の規模により、選択できる生ごみのリサイクル手法は異なると考える。

なお、生ごみリサイクルを行なう主体は、家庭が望ましいという回答が多く見られた。自治体が回収して、リサイクルする手間を考慮すると、発生源である家庭での処理が理想とされた。各家庭から扱いの難しい生ごみを大規模に回収、リサイクルすることは、コストと手間が大きくなり、現状よりごみ処理が煩雑になるという考えである。生ごみは、家庭内での少量単位で扱いやすい時点で処理することが最適とされていると考えられる。しかし、家庭での処理を推進させるためには、これまでのごみ回収の利便性より高いメリットが生まれる経済的な補助制度をはじめとするインセンティブが必要である。これは、生ごみリサイクルに必要なことの設問において、財政的支援の回答が一番多かったことよりうかがわれる。簡便で衛生的な焼却処理に比べ、リサイクルを行なう場合には多くの手間がかかるが、自治体では、住民に対し、リサイクルによる環境保全等の環境教育やその広報を行なう必要がある。

また、生ごみリサイクル手法は、各地域にて最適手法が異なるが、制度基盤の地域差は小さいと思われる。制度的基盤の整備を国が行い、処理や回収法の検討を地域で行なうなど、地域単独での事業ではない広域的な形態をとることで、全国的に生ごみ処理が実地されることが期待される。

山梨県と静岡県内の自治体の大部分が生ごみリサイクルに対する長短とその必要性を理解してはいるが、現時点では、その長所よりも解決すべき課題が多いと考えられている現状である。

これら課題の対策案として、実現されるか否か定かではないのは勿論であるが、以下に幾つかを挙げる

<水切り袋の改善>

家庭に於いて最低限実行できそうな事は、「生ごみの水切りを十分に行う」ということが挙げられる。一般家庭に流し台に三角コーナーなどの処理スペースを置いた場合、直にその中に捨てるよりも、水切り袋を装着した方が、後処理がしやすいと考えられる。三角コーナーなどに生ごみが触れにくいことで、衛生面から見てもよりよい方法といえるだろう。

それでは、一般的にどのような水切り袋が利用されやすいのかを考えてみる。

現在、量販店などで販売されている水切り袋は素材、形等様々であるが、一番重要なのは、やはり「水切れの早さ」ではないだろうか。また、生ごみはほぼ毎日出ることを考えると、低価格で、なるべく丈夫で破れにくいものの方がよい。そこで、県、市町村で、収集時のごみ袋のように、水切り袋を見直し、試作、商品化を試みるのもひとつの方策と考える。

<生ごみ処理の情報提供>

生ごみをなるべく出さないような調理方法の紹介や、処理方法についての家庭で出来るアイディア等の情報を自治体から地元テレビ番組や広報誌を通じて、住民に提供する。内容としては、幅広い世代が興味を持って見られるようにあまり堅苦しくないほうがよい。

<生ごみ処理機の実演>

自治体で開催する教育講座、あるいは家電ショップ等で、生ごみ処理機をどのようにして扱うのか、実演という形で見てもらう。また、住民に参加してもらい、実際に使用してもらう方がよい。処理機購入の際に補助金が出ることもアピールする。

以上、このほかにもごみの分別・処理やリサイクルへの意識向上へ向けて自治体を中心となり、何らかの対策を執るべきである。それによって住民のごみやリサイクルへの意識も変化するものと考ええる。市のより明確なリサイクルスタイルの提示、市民への普及活動が今後の課題のひとつといえるだろう。

近年始められた生ごみリサイクルはまだ発展途上であるが、制度的、技術的發展により、多くの課題が解決されながら、生ごみリサイクルが普及し、定着していくことであろう。

Ⅱ－５ 生ごみ堆肥化の消臭処理に関する研究

研究

５－１ 背景

私たちの生活やこれを支える様々な事業活動から様々な廃棄物が排出されている。かつては大量生産・大量消費・大量廃棄によって豊かさを享受することが当然のように行われてきたが、近年では資源の枯渇や環境への影響に対する懸念が社会全般に認識されるようになってきた。2000年6月には循環型社会形成推進基本法が制定され「循環型社会」を目指すことが公的に謳われるようになってきている。

しかし、理念として循環型社会を目指すことは理解できても、実行が伴わなければ真に循環型社会に近づくことは不可能である。1995年にいわゆる容器包装リサイクル法が制定されたのを皮切りとして、個別の製品や廃棄物をターゲットとした各種リサイクル法が相次いで発効してきたが、これは具体的取組を推進する上で重要な意味を持っている。

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）もこのような個別リサイクル法のひとつとして2000年に制定された。この法律は生ごみ、調理くず、食品加工残さなどの食品廃棄物の減量とリサイクルの促進を目的としたものである。年間100トン以上の事業者が義務対象とされ、食品廃棄物の発生抑制や再生利用の推進が義務づけられている。

一方、家庭ごみを中心とする一般廃棄物についてみると、大雑把に見て重量比でその3割を厨芥（生ごみ）が占めると考えられている。このことは、食品リサイクルの直接的対象ではない一般家庭においても、生ごみの排出量が多いことを意味している。

生ごみの特徴は、水分を多く含み生物分解性が高いため、腐敗しやすいということである。これは、保管、収集、運搬、処理、処分の各段階で臭気や衛生上の問題を引き起こす一因となっている。しかし、近年では生ごみを有機資源のひとつに位置づけて有効利用しようという考え方が広がってきている。

生ごみの有効利用の方法としては、飼料化、堆肥化、メタンガス化、炭化など様々な方法が検討されているが、中でも歴史があり実用面で広く用いられている方法は堆肥化である。これは、生ごみを微生物の作用で好氣的に分解、安定化する方法で、最終生産物（コンポストと呼ばれる）を堆肥や土壌改良材として緑農地還元できるという観点から有効利用策のひとつとして位置づけられている。

しかし、残念ながら需要先の確保が難しい問題や処理上のいくつかの問題を抱えていることなどから、この方法の利用が限定されているのが現状である。これらの問

題点を解決、克服していくことが今後この方法を広める上で重要である。

生ごみの特性上、避けて通ることの出来ない臭気の問題も堆肥化の普及を遅らせる要因となっている。これまでに活性炭を用いた消臭装置や土壌脱臭を付設することも行われてきたが、費用や効果の面で課題があるため広く用いられるには至っていない。

近年、植物に含まれるポリフェノール類の中に消臭機能があるものが存在することが知られ、他分野で消臭剤などに実用されるようになってきている。ぶどう搾り滓、茶殻、コーヒーかすなどは、一般家庭から排出される生ごみの中でポリフェノール類を含む材料である。また、食品産業から飲料や酒類原液を採取した後の産業廃棄物としても排出されたりもしている。これらを堆肥化材料として生ごみに混入させることで十分な消臭効果が得られるとすれば、堆肥化に伴う臭気の問題を解決できるだけでなく、産業廃棄物の有効利用にもつながると期待できる。

そこで、ラボスケールの堆肥化実験を行い、ポリフェノール類を含む物質を加えることによる消臭効果について検討するために、まず、ぶどう種子抽出物を添加することで堆肥化の反応自体に悪影響が生じないかどうかを確認することを目的として研究を行うことにした。

なお、臭気成分としては好氣的分解が盛んに行われているときに高濃度に発生することが知られているアンモニアを対象とした。

５－２ 堆肥の悪臭測定

５－２－１ はじめに

生ごみなどの生物系廃棄物の循環型処理が求められている。その方法のひとつとして古くから行われてきたのがコンポスト化処理である。コンポストにすることで廃棄物を緑農地還元できる。しかし、いくつかの問題点から廃棄物処理の主流になることなく今日に至っている。

中でも生ごみ処理過程で発生する臭気は、この処理が好まれない理由のひとつになっている。金子が甲府市内の静置型家庭用生ごみ処理機（コンポスターなどと呼ばれるもの）の利用者に対して行ったアンケートでも、4割の人が臭気に不満を感じているという結果が得られている⁸⁴⁾。この問題を解決することはコンポスト処理を普及させる上で重要である。

コンポスト化過程から発生する臭気成分としては、アンモニア、アミン類の含窒素化合物、硫化水素や硫化メチルなどの含硫黄化合物などがあることが知られている。しかし、家庭用生ごみ処理機で生ごみを処理した場合に、これらがどの程度発生するかについては、ほとんどデータが示されていない。そこで、家庭用生ごみ処理機での生ごみ分解過程から発生するアンモニアガスについて、調査を行うこととした。

表 5-1 初期投入材料

	湿重量 (g)	含水率(%)	水量 (g)	乾重量 (g)	灰分 (%)	灰分量 (g)
木くず	1783.72	49.54	883.72	900.00	0.31	2.76
生ごみ	500.00	94.64	473.18	26.82	19.86	5.33
計	2283.72	59.42	1356.90	926.82	0.87	8.09



図 5-1 生ごみ処理機

5-2-2 実験方法

(1) 生ごみ処理機での測定

山梨大学甲府キャンパス内で図 5-1 に示す家庭用生ごみ処理機 (SANYO、SNS-MD17) を用いた生ごみ処理実験を行った。2 台の処理機を用い、木くずと生ごみの投入条件は同一とし、それぞれ異なる 2 種類の微生物剤を用い、平行した実験を行った。

・予備運転 (‘04.10.18~‘04.10.24)

実験開始 1 週間は予備運転を行った。初日に表 5-1 の材料を処理機に投入し、運転を開始した。使用した生ごみは山梨大学の学生食堂で発生する調理くず (野菜くず) である。均一になるようにするため細かく刻んで投入した。また、分解を促進させる目的で市販の生ごみ処理用微生物剤 (中央電子用または地球のともだち菌) 20g を初日の材料とともに投入した。2 日目から 3 日間は初日と同じ性状・量の生ごみを投入したが、野菜くずのみでは負荷が小さいと考えられたので、4 日目は野菜くずの他に乾燥ドッグフード (日本ペットフード、ビタワン) を 100 g 加えた。5 日目と 6 日目にはごみを投入せず運転のみ継続した。

・本実験 (‘04.10.25~‘04.12.17)

予備運転 7 日目に処理機の内容物を取り出し、重量、含水率、灰分、pH を測定した。その後、材料をすべて処理機に戻し、本実験を開始した。本実験では、初日 (10/25) から 11/7 までは土日を除く平日に生ごみ (野菜くず 500g

とドッグフード 100g) を毎日投入した。

平日には毎日、生ごみの投入前に処理機内の温度を計測するとともに、サンプルを採取し、含水率、灰分、pH を測定した。

pH は湿潤サンプル 5g に純水 50mL を加え 30 分攪拌した液についてガラス電極法で測定を行った。

また、実験開始後 i 日目までの生ごみの分解度を把握するため、次式で定義される生ごみ全投入量比残存率 R_i を求めた。

その時点で処理機内に
残存している材料の乾燥重量

$$全投入量比残存率 \ R_i = \frac{\text{その時点までに処理機に投入した材料の全乾燥重量}}{\text{全投入量}}$$

実際には、次のような手順で R_i の算定を行った。
まず、処理機内への物質の投入がなければ灰分量は不変と考え、i 日目の生ごみ投入直後の灰分 a_i (%) と翌日の生ごみ投入前の灰分 a_{i+1} (%) から次式によってこの間の残存率 (前日比残存率) r_i を求める。

$$r_i = a_i / a_{i+1}$$

これを実験開始日から i 日目まで掛け合わせることで R_i が求まる。

(2) 高温下での測定

家庭用生ゴミ処理機を用いた場合、生ゴミは常温で処理される。これに対し、食堂厨房や食品産業などから排出される生ゴミの処理を目的とした業務用生ゴミ処理機の場合、高速で生ゴミを処理するために加温し、高温で処理が行われるケースが多い。

そこで、高温条件下で生ゴミを処理した場合に、どの程度のアンモニアガスの発生が見られるかを確認するため、ボトル実験を行った。

容量 500mL のマヨネーズビンに表 5-2 の材料に中央電子の微生物剤 0.2 g を混ぜたものを投入した。蓋を閉めたものと蓋を開けたままのものの 2 種類をそれぞれサンプリング日数分用意し、45℃に設定したインキュベータ内で培養した。

毎日、蓋をしたものとしていないもの 1 本ずつを取り出し、前項と同様、含水率、灰分、pH を測定するとともに、内容物の重量も測定した。また、残りのビンには毎日表 5-2 と同じ質・量の生ゴミを加え、培養を継続した。なお、蓋をするものについては、サンプリングと生ゴミ投入時に気相の空気の入れ替えを行った。

また、サンプリング時には、蓋のあるものはすぐに、蓋のないものは 30 分間蓋を閉めた後、北川式ガス検知管 (GASTEC、アンモニア 3L、(1～30ppm))を用いてアンモニアのガス濃度を測定した。

(3) 生ゴミ堆肥から発生するアンモニアへのカテキンの効果

5-2-3 結果と考察

(1) 生ゴミ処理機

実験期間中の処理機内の温度、内容物の残存率および材料の pH の推移を図 5-2 から図 5-4 に示す。

使用した微生物剤の種類にかかわらず、各指標とも同様の日変化を示した。図 5-2 に示すとおり処理機内の温度は実験開始から日を追う毎に緩やかに減少する傾向を示した。これは処理機が小型で断熱性が乏しいため季節的に外気温の変動の影響があったためとも考えられるが、毎日処理機に生ゴミを投入すると材料全量が蓄積していくため、新たに投入される生ゴミ（発熱源）とすでに処理機内に存在する材料の比が日を追う毎に小さくなり、処理機内の発熱速度に対する温度上昇速度が小さくなったことも原因と考えられる。

表 5-2 ボトル実験の初期投入材料

		湿重量(g)	含水率(%)	水量(g)	乾重量(g)	灰分(%)	灰分量(g)
木くず		19.01	52.65	10.01	9.00	0.36	0.03
生 ごみ	キャベツ	0.35	0.00	0.00	0.35	7.39	0.03
	Dogfood	1.00	9.05	0.09	0.91	7.23	0.07
計		20.36	49.60	10.10	10.26	1.21	0.12

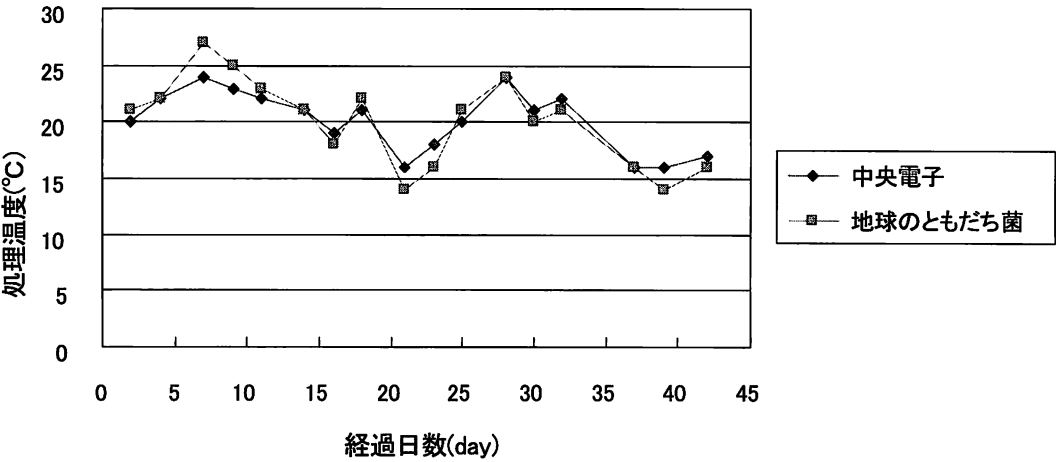


図 5-2 処理温度の推移

図 5-3 は全投入量比残存率 (Ri) の経日変化を示しているが、日を追う毎に残存率の低下が緩やかになっており、次第に処理機内に材料が蓄積しやすくなる傾向を示している。

pH については、最初の 2 週間程度は変動が見られたが、それ以降は 8 前後の値で安定していた。

サンプリング時に処理機の蓋を開けたところで、官能的に臭気の発生状況を調べたが、実験の全期間を通して特に臭気を感じることはなく、材料に鼻を近づけるとコンポスト臭が感じられる程度であった。

実験開始から 28 日経過し pH が 8 程度に安定したところで、北川式ガス検知管(GASTEC、アンモニア 3L、(1～30ppm))を用いてアンモニアガス濃度を測定したが、微生物剤に中央電子を使用した処理機で 1.8ppm、地球の友達菌を使用した処理機で 1.0ppm しか検出されなかった。

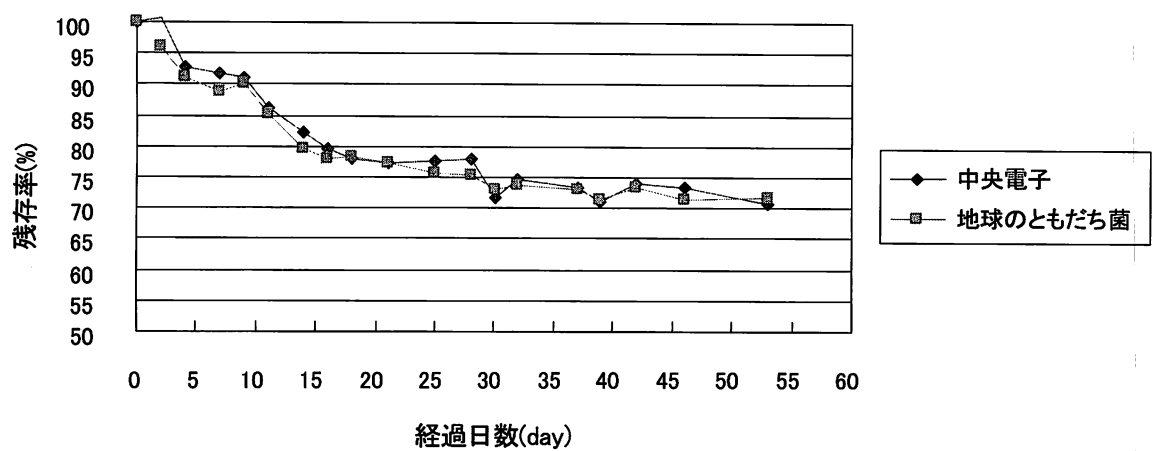


図 5-3 生ごみ全投入量比残存率 (Ri)

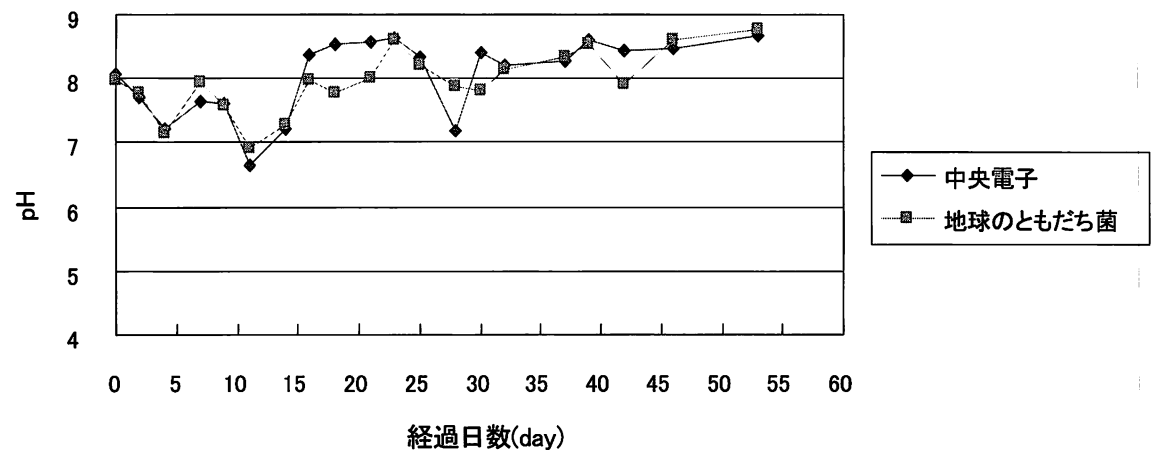


図 5-4 pH の推移

(2) 高温下

ボトル実験での全投入量比残存率 (Ri) および pH およびアンモニアガス濃度の経日変化は図 5-5 および図 5-6 に示すとおりであった。蓋を閉めたものは実験開始 2 日

目から pH が低下した。これと併せて残存率も 100 % 近くの値で推移し、生ごみの分解が停滞してしまった。一方、蓋をしなかったものは 2 日目以降 pH が 8 前後まで上昇するとともに、生ごみは順調に分解が進んだ。

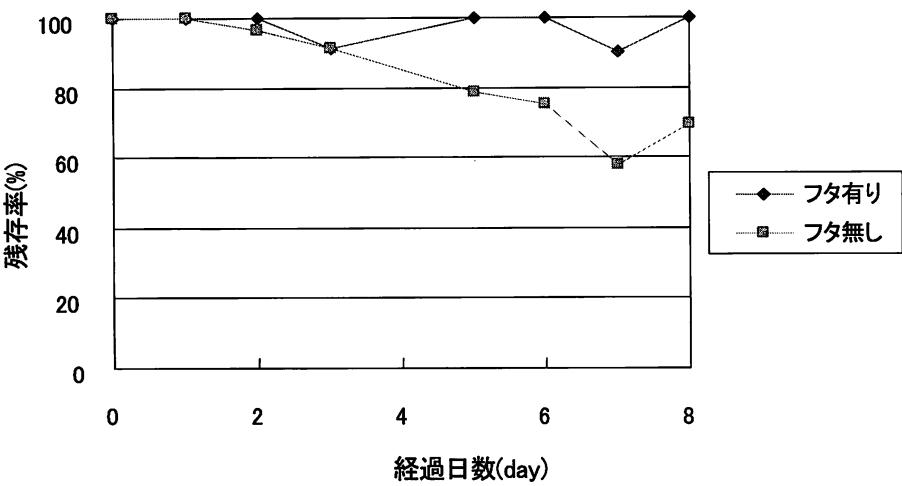


図 5-5 全投入比残存率の経日変化

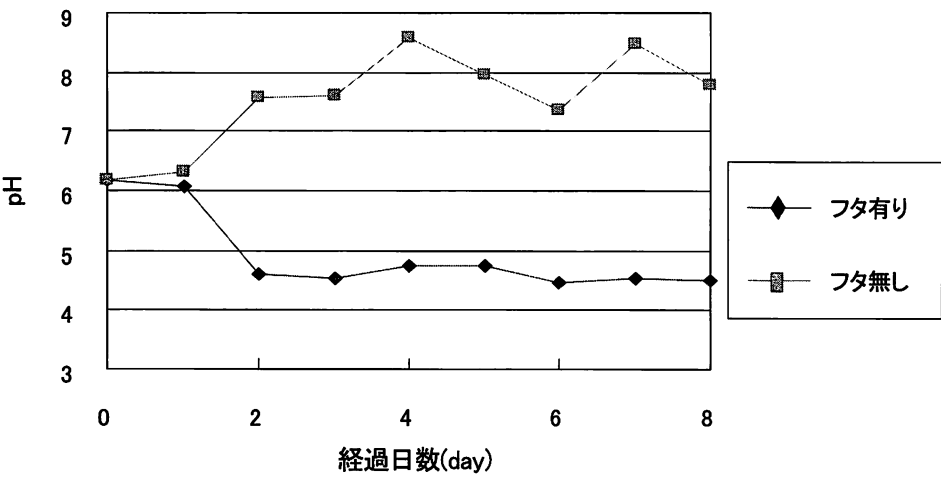


図 5-6 pH の経日変化

pH が上昇した蓋をしなかった系列について、アンモニアガス濃度を測定した結果を図 5-7 に示す。前項で示したとおり同様のごみ組成で行った家庭用生ごみ処理機の実験ではアンモニアガスの発生はわずかであったが、高

温(45℃)で行った実験では最高 200ppm 程度のアンモニアガスの発生が見られた。なお、蓋をした系列に関してはアンモニアの発生は観測されず、むしろ酸の強い臭気を感じられた。

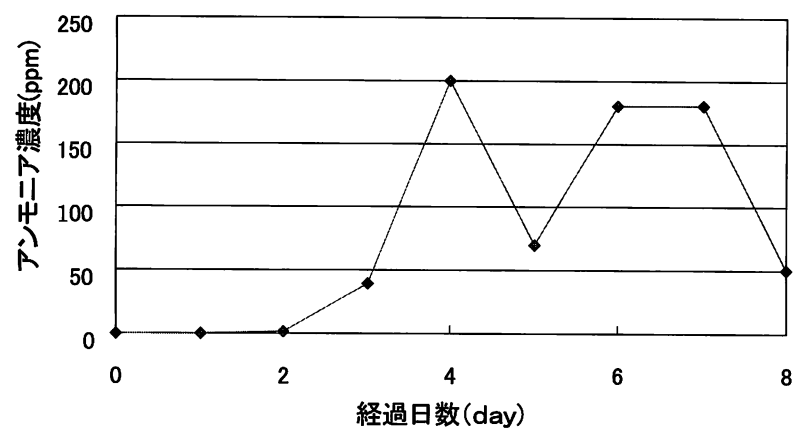


図 5-7 アンモニアガス濃度の経日変化（フタ無し）

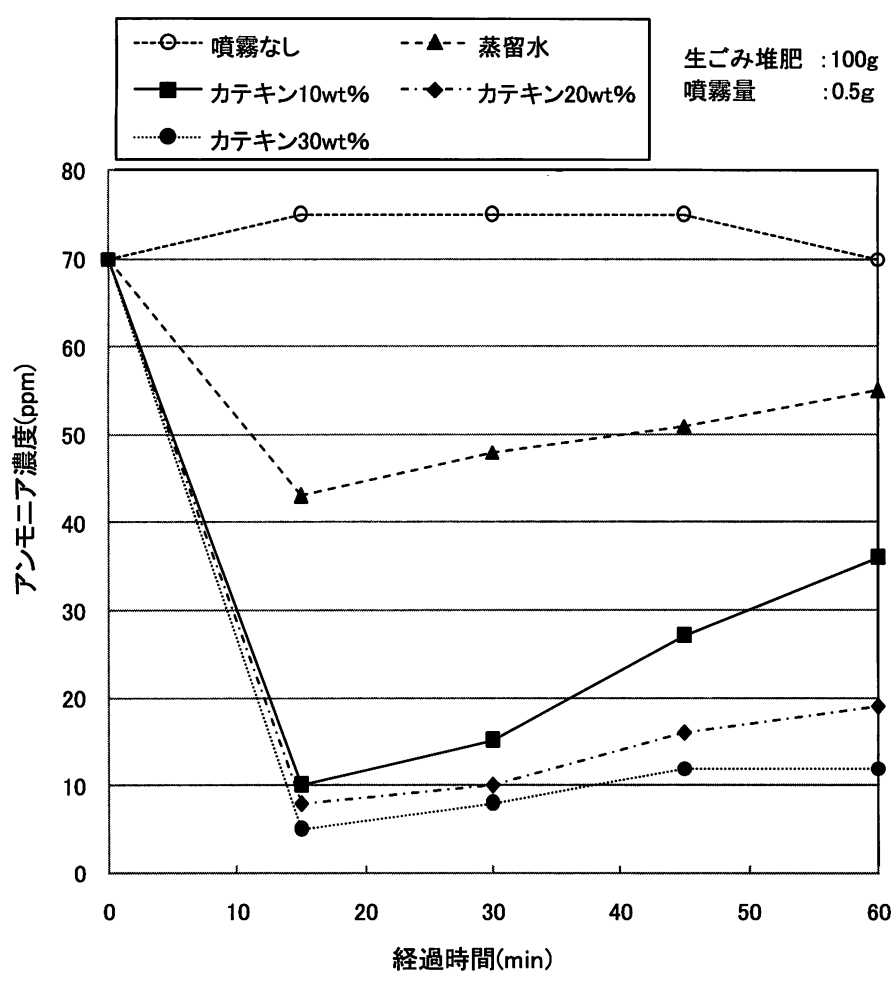


図 5-8 カテキンの堆肥中アンモニアに対する消臭効果

(3)生ゴミ堆肥から発生するアンモニアへのカテキンの効果

図 5-8 は、生ごみ堆肥にカテキン水を噴霧した時の気体中のアンモニア臭の濃度低下を示す。何も添加されない堆肥は、時間に対し、高いアンモニア濃度を示し蒸留水を噴霧すると、アンモニアは、水に溶解するため、気体中の濃度は、一時的に少し減少するが、時間経過に伴い、アンモニア濃度は徐々に上昇する。堆肥 100 g に対し、カテキン含有量 0.05、0.10、0.15 g の水溶液を噴霧した場合、カテキン濃度が高いほど、アンモニアの消臭効果が高くなった。堆肥 100g に対し、カテキンを 0.1 g (0.1wt%) 以上添加すれば、高い消臭効果が得られることが本データから解った。本結果より、堆肥に、比較的低濃度のカテキン水を定期的に散布していけば、アンモニア臭を効果的に抑制できることが判った。

5-2-4 まとめ

- (1) 家庭用生ごみ処理機を用いた常温での生ごみ分解過程では、高濃度にアンモニアガスが発生することはなかった。
- (2) 高温での生ごみ分解過程では、酸素供給が十分な場合、生ごみの分解が順調に進み、pH が上昇した段階で 200ppm 程度のアンモニアガスの発生が見られた。
- (3) 高温での生ごみ処理過程でも、酸素供給が不足し、pH が低下して生ごみの分解が停滞している時期にはアンモニアガスの発生はみられない。この場合の臭気は有機酸臭であった。
- (4) 生ごみの堆肥化において発生するアンモニア臭は、カテキンの添加により抑制可能である。

5-3 ポリフェノール類による堆肥化の消臭

5-3-1 はじめに

堆肥化は、生物系廃棄物の循環型処理方法のひとつとして着目されている。しかし、その過程で臭気を発生することがこの方法が敬遠される要因のひとつとなっている。一方、山梨県ではぶどうならびにその関連製品の生産が盛んであるが、ワイン製造業等から排出されるぶどう搾り滓の有効利用策が模索されている。ぶどうにポリフェノール類が含まれていることはよく知られているが、ポリフェノール類の中には臭気抑制効果があるものもあり、これを堆肥化に利用することで臭気が低減できれば、ぶどう搾り滓の循環型処理の実現と、堆肥化処理に伴う臭気問題を克服することが期待できる。

そこで、著者らは、ポリフェノール抽出物やポリフェノール類を含有するといわれている食品残渣をコンポスト中に混ぜることで臭気が抑制できるかを確認することとした。なお、本研究では、測定が容易なこと、ならびにコンポスト化反応が順調に進んでいる時でも発生が不

可避な成分であることからアンモニアを対象の臭気成分とすることとした。

5-3-2 実験方法

(1) 使用した消臭添加剤

本研究では、コンポストの脱臭効果を評価する被検物質として、ぶどう種子ポリフェノールを主成分とするぶどう種子抽出物、ぶどう搾り滓（シャルドネ種）、茶殻、コーヒーかすならびに粉末活性炭（和光純薬製）を使用した。以下、これらを消臭添加剤と称す。

(2) 堆肥化実験

堆肥化材料として木くず（SANYO、家庭用生ごみ処理機用ホールチップ）とドッグフード（日本ペットフード製ビタワンを粉碎したもの）を乾燥質量比で 9：5 に混合し、含水率を 60%としたものを用いた。

これに各消臭添加剤を加えた後、サンプリング日数を考慮した本数のマヨネーズビン（容量 500ml）に材料を分配し、アルミホイルで緩く蓋をして 45℃に設定したインキュベータ内で培養した。各実験でのマヨネーズビンひとビン当たりの材料および消臭添加剤量を表 5-3 に示す。

表 5-3 堆肥化実験材料

ひとビン当たり質量 (g D.W.)			
実験名	木くず	ドッグフード	消臭添加剤
無添加			0.5
ブドウ種子抽出物添加			2.0
ブドウかす添加	9.0	5.0	2.0
茶殻添加			2.0
コーヒーかす添加			2.0
活性炭添加			0.5

所定の培養日数が経過したところで試料を 1 ビン取り出した。これに検知管挿入用の切込みを入れたプラスチック製の蓋をして 20℃に 30 分放置した後、ガス検知管を用いてビン内気槽部のアンモニアガス濃度を測定した。また試料の 10 倍希釈抽出液の pH ならびに残存率（初期材料量を 100%とした相対質量）の測定を行った。

(3) 即効性検証実験

マヨネーズビン（容量 500mL）に 1 ビン当たり熟成コンポスト 15 g D.W.に尿素 0.1g を加え、含水率を 60%に調製したものを入れ、45℃に設定したインキュベータ内で 1 日間培養を行った。これを必要本数用意した。培養後、一旦試料を取り出してすべて混合し、再度、同じ量をマヨネーズビンに配分した。これに各種消臭添加剤を所定量投入してよく混合した後、45℃で培養を再開した。

所定時間毎に試料を取り出し、室温に放冷後、(2)と同じ方法でビン内気槽部のアンモニアガス濃度を測定した。

5-3-3 結果と考察

- (1) 消臭添加剤を添加した生ごみのアンモニア発生抑制と

堆肥化反応の進行

堆肥化実験の結果に基づいて、生ごみ試料に各消臭添加剤を添加して堆肥化した場合のアンモニア発生が抑制効果、ならびに、堆肥化反応の効率面での影響を評価する。

消臭添加剤無添加の場合と各種消臭添加剤を加えた場合について、堆肥化実験で測定されたアンモニア濃度の経日変化を図 5-9 に示す。

いずれの実験でも実験開始 1 日目ではアンモニアの発生は認められなかったが、2 日目以降では発生が認められるようになった。無添加の場合には実験開始 4 日目で最高濃度 470ppm に達し、その後徐々に低下する傾向を示した。各種消臭添加剤を加えた場合にも同様の推移を示したが、無添加の場合に比べてアンモニア濃度は低く抑えられていた。

各堆肥化実験での pH の経日変化を図 5-10 に示す。

どの実験でもほぼ同様の pH 推移がみられた。このことから、堆肥化実験で消臭添加剤を加えることによるアンモニア発生濃度の低下は、材料自体の pH が低くなったことによるものではないことが確認された。

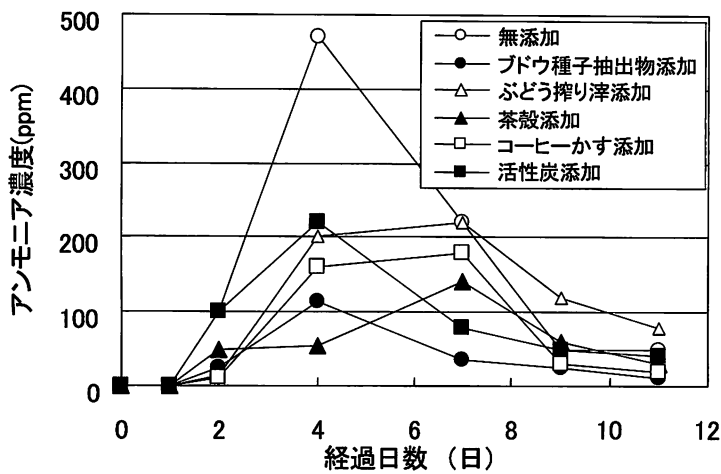


図 5-9 堆肥化実験でのアンモニア発生濃度の推移

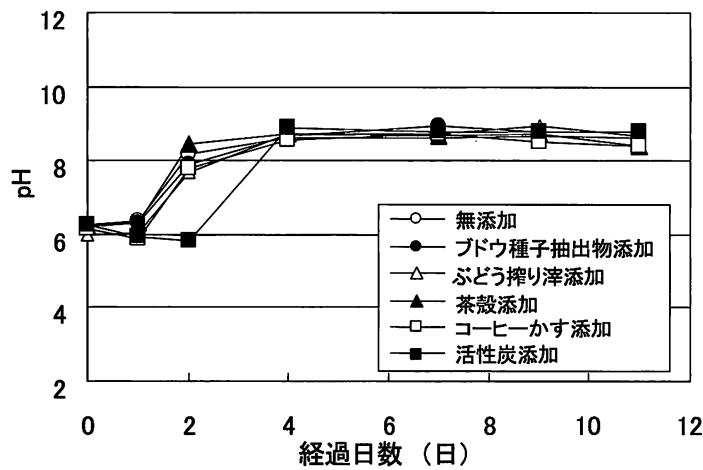


図 5-10 堆肥化実験での pH の推移

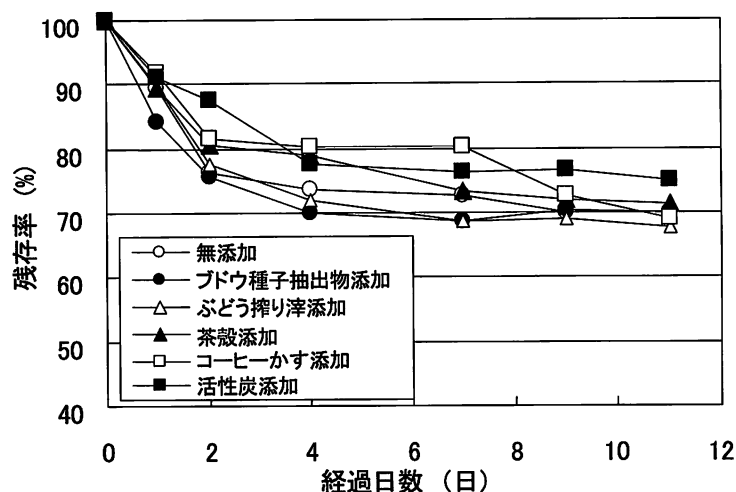


図 5-11 堆肥化実験での全投入量比残存率 (Ri の推移)

また、各実験の全投入量比残存率 (Ri) の推移は図 5-11 に示すとおりとなり、コーヒーかすや活性炭を加えた場合にやや分解が遅れる傾向が見られたが、消臭添加剤を加えることによる堆肥化反応自体への影響は見られなかった。

(2) 消臭添加剤の即効性

ここでは、即効性検証実験の結果にもとづいてアンモニアが発生している材料に対症療法的に消臭添加剤を加えたときのアンモニア発生抑制の即効性について考察する。図 5-12 にぶどう種子抽出物を添加量を変えて添加

したときのビン内のアンモニアガス濃度の時間変化を示す。熟成コンポストに尿素を添加して 1 日前培養すると 300ppm のアンモニアが検出されるようになる。無添加でも時間経過とともにアンモニアは低下するが、ぶどう種子抽出物を添加したものの方がアンモニア濃度は低い。また、添加量が多いほどアンモニア濃度が低くなっている。

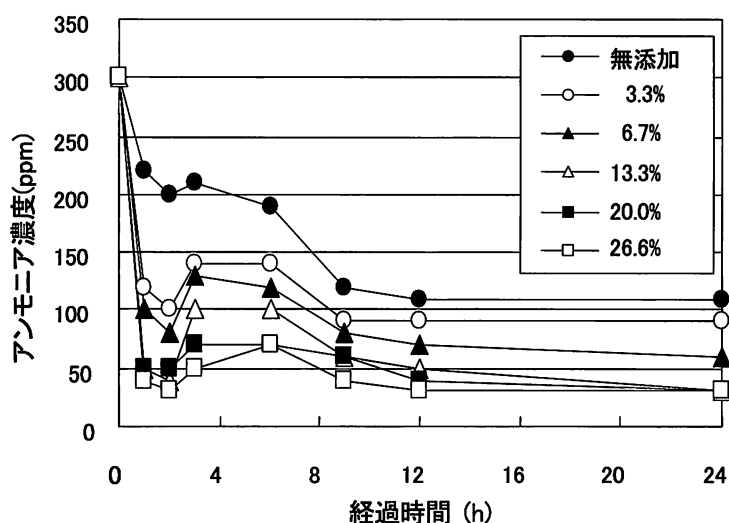


図 5-12 ぶどう種子抽出物のアンモニア発生抑制効果

図5-13にぶどう搾り滓を添加した場合のアンモニア濃度の時間変化を示す。

当然ながら、ぶどう搾り滓を添加することによりアンモニア濃度は低くなり、添加量が多いほどその効果が強く表れている。

なお、茶殻やコーヒーかすでも同様の結果となった。ただし、ぶどう種子抽出物とぶどう搾り滓では、添加後1時間で急激なアンモニア濃度低下がみられたのに対し、茶殻とコーヒーかすの場合にはやや緩慢な低下であった。

図 5-14 は同様に活性炭を添加した場合のアンモニアの濃度変化を示したものである。

他の添加剤に比べアンモニア発生抑制効果を顕著に見ることはできなかった。

なお、各消臭添加剤を加えて1時間経過したところでpHを測定したが、値は8.3～8.7の範囲に収まっており、pHがアンモニア発生に影響しているとは考えられなかった。

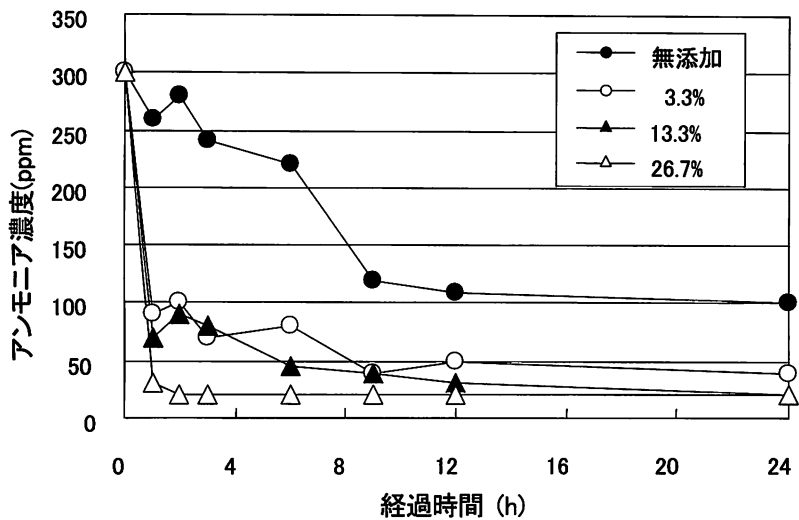


図 5-13 ぶどう搾り滓のアンモニア発生抑制効果

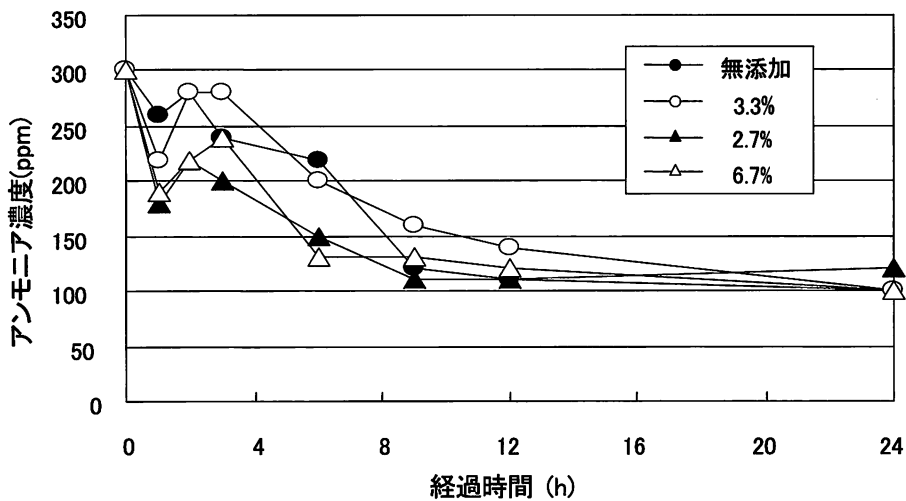


図 5-14 活性炭のアンモニア発生抑制効果

5-3-4 まとめ

ぶどう種子ポリフェノールを主成分とするぶどう種子抽出物あるいはポリフェノール含有食品として知られている食品残渣が堆肥化材料からのアンモニアの発生を抑制する効果について検討した。その結果、堆肥化材料にあらかじめ混合することで効果が現れることが確認できた。また、アンモニアを発生している材料にそれらを添加すると1時間から数時間でアンモニア発生を抑制する効果が表れることがわかった。

将来、他の臭気成分に対する効果を確認するとともに、これら食品残渣を効果的に堆肥化過程に利用するための方策などについても検討を行いたい。

5-4 考察

先ず、バッチ型の堆肥化実験を行い、材料にポリフェノールの一種であるプロアントシアニジン（ポリフェノールの一種）を主成分とするぶどう種子抽出物を添加した場合と添加しなかった場合について、反応期間中のpH、アンモニア発生濃度ならびに残存率の推移を観測した。

その結果、堆肥化反応の進行に関しては、ぶどう種子抽出物を添加しても残存率やpHの面で無添加の場合と同様に反応が進むことが確認された。

一方、アンモニアの発生に関しては、ぶどう種子抽出物を添加した場合とも、無添加に比べ、その発生量が抑制されることがわかった。なお、アンモニアの発生量はpHによって影響を受けるが、ぶどう種子添加系も無添加系も同様のpHの推移をしていた。

また、活性炭とぶどう種子抽出物は同量をコンポスト材料に添加した実験も行ったが、活性炭よりもぶどう種子抽出物の方がアンモニアの発生抑制効果は高いことが確認された。

続いて、ぶどうポリフェノールの一種であるプロアントシアニジン（ポリフェノールの一種）を主成分とするぶどう種子抽出物とポリフェノールを含むことが知られているぶどう搾り滓、茶殻ならびにコーヒーかすに、堆肥化過程で発生する主要臭気成分のひとつであるアンモニアの発生抑制、およびその即効性があるかを確認するための実験を行った。また、比較物質として、脱臭剤等に広く使用されている活性炭についても実験を行った。

人為的に尿素を添加してアンモニアを発生しやすくしたコンポストの実験を行った。段階的に各種消臭添加剤の量を変えて、アンモニア発生濃度の時間変化を追跡した。

その結果、ぶどう種子抽出物、ぶどう搾り滓、茶殻およびコーヒーかすは、活性炭に比べて高いアンモニア発生抑制効果を示すことが分かった。

中でも、ぶどう種子抽出物とぶどう搾り滓は他に比べ

て即効性に優れており、1時間でアンモニア濃度を低減させた。

このことから、堆肥化過程でアンモニア臭が突発的に発生したときに、上記の消臭添加剤を入れれば臭気対策につながることを期待される。

実用面からは、ぶどう種子抽出物を消臭剤として使用することも考えられるが、山梨県内でワイン製造業等から排出されるぶどう種子抽出物を乾燥して保存が利くようにしておいて使用すれば、堆肥化処理の臭気対策と産業廃棄物の有効利用との両面でのメリットが期待できる。

以上のことより、主成分がプロアントシアニジン（ポリフェノールの一種）であるぶどう種子抽出物やぶどう搾り滓などのポリフェノールを含むとされる植物性の食品加工残さを堆肥化材料に添加することは、堆肥化反応効率自体に影響を与えることなく、そこで発生するアンモニアの抑制に効果があることが確認できた。

今後、山梨県内での生ごみ処理の消臭剤として、ぶどう種子抽出物の利用が期待される。

References

- 1) 気象庁「気候変動監視レポート2002」 29-32
- 2) [新版] OECD レポート：日本の環境政策、OECD 編集 中央法規出版 東京 119-146 (2002)
- 3) IPCC 第3次評価報告書(2001)
- 4) 林誠：地球温暖化対策の最近の動向について、都市清掃 第57巻 第258号 6-9 (2004)
- 5) 山田正人：廃棄物処理活動と温室効果ガス 都市清掃 第57巻 第258号 10-15 (2004)
- 6) 藤本潔：バイオマス・ニッポン総合戦略の実現に向けて 廃棄物学会誌 Vol.15 No.2 53-59 (2004)
- 7) 藤本潔：「バイオマス・ニッポン」の実現に向けて 環境技術 Vol.33 No.1 58-62 (2004)
- 8) 井内摂男：循環型経済社会の構築に向けた経済産業省の取組 環境技術 Vol.33 No.1 50-57 (2004)
- 9) 生ごみ処理に関する基礎資料集
財団法人廃棄物研究財団 平成14年6月
- 10) 末松広行：解説食品リサイクル法 大成出版社 (2002)
- 11) 藤田賢二：コンポスト化処理 廃棄物学会誌 Vol.5 No.3 243-254 (1994)
- 12) 山形県長井市レインボープランホームページ
(<http://www.city.nagai.yamagata.jp/rainbow/>)
- 13) J. H. Hong, K. J. Park : Compost biofiltration of ammonia gas from bin composting, Bioresource Technology 96 741-745 (2005)
- 14) 中崎清彦 倉富英一 脇坂裕昭 桧山玲子 藤江幸一：コンポスト化温度が悪臭発生量に与える影響 廃棄物学会誌 Vol.10 No.1 9-15 (1999)
- 15) 阿部亮 吉田宣夫 今井明夫 山本英雄：未利用有機資源の飼料利用ハンドブック
株式会社サイエンスフォーラム 東京 (2000) 129-156
- 16) 松藤敏彦 松尾孝之 田中信寿 伊藤香織：事業系生ごみ飼料化プラントの製品特性と物質収支 第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集 241-243 (1999)
- 17) 河村清史：有機性廃棄物の資源化技術 廃棄物学会誌 Vol.11 No.5 344-354 (2000)
- 18) 坂上正美 藤田雅人 土居知之：リネッサシステム (2段階発酵システム) について 都市清掃 第54巻 第244号 40-44 (2001)
- 19) 菊池理 毛塚博明 久芳良則：REM システム 都市清掃 第54巻 第244号 36-39
- 20) 竹野勝彦：メビウスシステム 都市清掃 第54巻 第244号 31-35 (2001)
- 21) 相澤大器：食品系廃棄物の混合メタン発酵技術 環境技術 Vol.32 No.8 31-35 (2003)
- 22) 柴田和雄 木谷収：バイオマス生産と変換 <下> 学会出版センター (1981)
- 23) 四蔵茂雄 原田秀樹：都市廃棄物の嫌気性消化 廃棄物学会誌 Vol.10 No.3 241-250 (1999)
- 24) 谷川昇 古市徹：生ごみバイオガス化の普及への課題 資源環境対策 Vol.40 No.2 43-46 (2004)
- 25) 後藤雅史 上野嘉之：有機性廃棄物からのバイオガス回収技術とその利用の現状 水環境学会誌 Vol.27 No.10 11-15 (2004)
- 26) 李玉友：メタン回収技術の応用現状と展望 水環境学会誌 Vol.27 No.10 6-10 (2004)
- 27) 田代榮一：嫌気発酵処理への植物抽出液の添加による汚泥低減化技術の開発 環境技術 Vol.32 No.8 56-61 (2003)
- 28) 長谷川進：好熱性を細菌用いた固形残渣の少ないメタン発酵システム 環境技術 Vol.32 No.8 62-66 (2003)
- 29) 森山克美：都市排水からのリン回収技術の現状と展望 水環境学会誌 Vol.27 No.10 20-23 (2004)
- 30) 船石圭介 山下耕司 佐々木宏 李玉友：有機性廃棄物の高濃度メタン発酵に及ぼすアンモニアの影響 第36回日本水環境学会年会講演集 416 (2002)
- 31) 具仁秀 宮原高志 野池達也：嫌気性消化におよぼす硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の影響 廃棄物学会論文誌 Vol.10 No.3 152-159 (1999)
- 32) 船石圭介 山下耕司 佐々木宏 李玉友：有機性廃棄物の高濃度メタン発酵に及ぼすアンモニアの影響 第36回日本水環境学会年会講演集 416 (2002)
- 33) 加藤明德 野池達也：各種農畜産廃棄物の嫌気性消化処理におけるメタンガス発生量 廃棄物学会誌 Vol.10 No.1 1-8 (1999)
- 34) 近畿環境興産株式会社：食品廃棄物の亜臨界水前処理による高速メタン発酵技術の開発 平成14年度食品産業技術開発支援事業成果概要集 農林水産省総合食料局食品産業企画課技術室 平成15年5月30日
- 35) 野池達也 高仁範 横山昌司 李東烈：有機性廃棄物からの連続的水素生成技術 環境技術 Vol.33 No.2 39-45 (2004)
- 36) Vavillin, VA, Rytow SV : Modeling hydrogen partial pressure change as a result of competition between the butyric and propionic group of acidogenic bacteria, Bioresouse Technol., 54 171-177 (1995)
- 37) 菅野信志：生ごみバイオガス化+燃料電池の可能性

- 資源環境対策 Vol.40 No.2 58-61 (2004)
- 38) 松藤敏彦 田中信寿 金羸載：原料ごみ質およびプロセスの異なる RDF 生産施設のエネルギー・コスト・環境影響評価 廃棄物学会誌 Vol.7 No.2 68-77 (1996)
- 39) 金羸載 松藤敏彦 田中信寿：札幌市におけるごみ燃料製造・利用システムのエネルギー評価 廃棄物学会誌 Vol.5 No.2 63-72 (1994)
- 40) 金羸載 松藤敏彦 田中信寿：家庭系ごみから生産されたごみ燃料の性状に関する研究、廃棄物学会誌 Vol.6 No.1 7-15 (1995)
- 41) 電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ：電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ報告書 (2003)
- 42) 川嶋修 道本登志夫：ごみ固形燃料(RDF)施設におけるダイオキシン類発生と RDF 利用促進の方策の検討 環境研究 No.129 120-126 (2003)
- 43) 土木学会：環境工学公式・モデル・数値集 181-182 (2004)
- 44) 鍵谷司：都市ごみ処理における固形燃料化技術の実用性と今後の課題 廃棄物学会誌 Vol.7 No.4 352-362 (1996)
- 45) ごみ固形燃料適正管理検討会：ごみ固形燃料の適正管理方策について (2003)
- 46) 生ごみ処理に関する基礎資料 財団法人廃棄物研究財団 平成 14 年 6 月
- 47) エコビジネスネットワーク編“リサイクル事典” 日本プラントメンテナンス協会
- 48) 京都市環境局：京都市におけるバイオディーゼル燃料化事業の取組み 都市清掃 第 57 巻 第 258 号 55-62 (2004)
- 49) 印藤彰：デスポーザーの普及とし尿処理施設への影響 Bulletin of JESC No.30 76-83 (2003)
- 50) 国土交通省都市・地域整備局下水道部 国土技術政策総合研究所下水道研究部：デスポーザー普及時の影響判定の考え方 (案) 2002 年 5 月
- 51) 石垣力 山下宏：デスポーザー排水対応浄化槽環境技術 Vol.33 No.9 21-25 (2004)
- 52) 松原誠：デスポーザー普及時の影響判定の考え方 (案) について 生活と環境 平成 14 年 10 月号 19-23 (2002)
- 53) 西守信二 鈴木理恵 竹内藤男 稲森悠平：デスポーザー排水処理装置の適合評価を踏まえた技術動向 生活と環境 平成 14 年 10 月号 29-35 (2002)
- 54) 矢野明司：有機質資源のリサイクルとライフサイクルコストの削減手法の展開 JARUS No.78 32-41 (2004)
- 55) 竹崎義則 清水康利 稲森悠平 山海敏弘：デスポーザー排水の負荷原単位設定 廃棄物学会誌 Vol.12 No.5 312-321 (2001)
- 56) 古市徹 “有機系廃棄物のリサイクル戦略” ORS 研究会編著 環境産業新聞社 2001
- 57) 小木曾賢司：LCE 手法による廃棄物の処理と資源化に関する比較研究 修士論文 (2004)
- 58) 中村修、和田真理：自治体における家庭系生ゴミの資源化状況について 総合環境研究 第 6 巻 第 1 号 17-30 (2003)
- 59) 都市清掃賛助会員協議会：上越地域広域行政組合リサイクルパーク 都市清掃 第 53 巻 第 238 号 79-82 (2000)
- 60) 清水紀久夫：汚泥リサイクルパークの紹介 都市清掃 第 54 巻 第 244 号 46-49 (2001)
- 61) 清水紀久夫：生ごみから自家発電 都市清掃 第 57 巻 第 261 号 31-35 (2004)
- 62) 早川豊雄：「くり～んひる西部」の事例 都市清掃 第 54 巻 第 244 号 50-54 (2001)
- 63) 長谷川久清：東蒲原広域衛生組合「奥阿賀汚泥再生センター」 都市清掃 第 54 巻 第 244 号 55-57 (2001)
- 64) 長谷川勝敏：奥阿賀汚泥再生処理センター施設紹介 都市清掃 第 57 巻 第 261 号 36-39 (2004)
- 65) 片山芳明：生駒市エコパーク 2 1 (衛生処理場) 都市清掃 第 54 巻 第 244 号 58-61 (2001)
- 66) 片山芳明：生駒市衛生処理場 (緑水苑) 都市清掃 第 54 巻 第 240 号 66-69 (2004)
- 67) 川嶋幸治：日本初の家庭系生ごみバイオガス発電の稼動 都市清掃 第 57 巻 第 258 号 44-49 (2004)
- 68) 三石勝也 岡部元宣 野村祐一郎 永峯伸一：中空知衛生施設組合「リサイクリーン」の運転報告 都市と廃棄物 Vol.34 No.1 49-54 (2004)
- 69) 上嶋康弘：「東北一の酪農の町」のバイオガスパラント 都市と廃棄物 Vol.34 No.2 28-32 (2004)
- 70) 八木町「八木バイオエコロジーセンター」HP：
<http://www.town.yagi.kyoto.jp/kurashi/chikyuu/bio2.htm>
- 71) 藤倉まなみ：一般廃棄物のバイオガス化を選択した北海道中北空知ブロック 3 地区の取組み 資源環境対策 Vol.40 No.2 47-52 (2004)
- 72) 山本哲也：北海道北空知衛生センター組合 クボタ膜型メタン発酵システム 都市と廃棄物 Vol.34 No.2 23-27 (2004)
- 73) 都市清掃賛助会員協議会：串間エコクリーンセンター 都市清掃 第 56 巻 第 252 号 120-123 (2003)

- 74) 川口良一：奈良市衛生浄化センター 都市清掃 第 57 巻 第 261 号 46-50 (2004)
- 75) 宮城県環境生活部：地域バイオマス総合利用促進事業報告書 平成 16 年 3 月
- 76) 米山豊 竹野勝彦 清水紀久夫 内藤龍雄 板垣文雄 安原義光 中田六雄：し尿系汚泥と生ごみを対象としたメタン発酵実施施設の処理特性 廃棄物学会誌 Vol.15 No.3 155-164 (2004)
- 77) 八木美雄 森山雄嗣：施設整備計画としての「汚泥再生処理センター」 都市清掃 第 54 巻 第 244 号 22-27 (2001)
- 78) 河窪義男：し尿処理施設から「汚泥再生処理センター」へのリニューアル事例について 都市清掃 第 57 巻 第 261 号 25-30 (2004)
- 79) 中尾徹：家畜廃棄物の湿式メタン発酵 化学装置 2004 年 3 月号 50-55
- 80) 小川幸正 藤田正憲 中川悦光：ふん尿・食品残渣のメタン発酵施設における運転データの解析 廃棄物学会誌 Vol.14 No.5 258-267 (2003)
- 81) 廃棄物処理施設整備事業データブック 2002 環境新聞社 (2002)
- 82) 月間廃棄物 2002 年 12 月号 71-73 日報アイ・ビー 東京
- 83) 日本肥料アンモニア協会：有機農業と化学肥料 (第 2 版) (2004)
- 84) 金子栄廣：甲府市における家庭用生ごみ処理器補助金制度利用者の実態と意識 都市清掃 第 46 巻 第 196 号 468-475 (1993)

R-01-2008

平成19年度
山梨県環境科学研究所研究報告書
第20号

YIES Reseach Report

2008年3月発行

編集・発行
山梨県環境科学研究所

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1

電話：0555-72-6211

FAX：0555-72-6204

<http://www.yies.pref.yamanashi.jp/>

印刷 株式会社 三愛印刷

