

平成23年度

環境研究総合推進費補助金研究事業

研究報告書

日本からアジアに展開する廃棄物系  
バイオマス利活用による3R定着に関する研究  
(K113030)

平成24年3月

研究代表者	田中 勝	鳥取環境大学サステナビリティ研究所所長・ 環境情報学部特任教授
研究分担者	岡崎 誠	鳥取環境大学副学長・環境情報学部教授
	衣川 益弘	鳥取環境大学環境情報学部教授
	松村 治夫	鳥取環境大学環境情報学部教授
	細野 宏	鳥取環境大学環境情報学部教授
	石川 真澄	鳥取環境大学環境情報学部准教授
	相川 泰	鳥取環境大学環境情報学部准教授
	佐藤 伸	鳥取環境大学環境情報学部講師
	藤原 健史	岡山大学廃棄物マネジメント研究センター教授
	松井 康弘	岡山大学廃棄物マネジメント研究センター准教授

補助事業名	平成 23 年度環境研究総合推進費補助金研究事業	
所 管	環境省	
国庫補助額	19,095,000 円	
研究課題名	日本からアジアに展開する廃棄物系バイオマス利活用による 3R 定着に関する研究	
研究期間	平成 23 年 6 月 1 日～24 年 3 月 31 日	
研究代表者名	田中 勝 (鳥取環境大学サステイナビリティ研究所所長・ 環境情報学部特任教授)	
研究分担者名	岡崎 誠 (鳥取環境大学副学長・環境情報学部教授)	
	衣川 益弘 (鳥取環境大学環境情報学部教授)	
	松村 治夫 (鳥取環境大学環境情報学部教授)	
	細野 宏 (鳥取環境大学環境情報学部教授)	
	石川 真澄 (鳥取環境大学環境情報学部准教授)	
	相川 泰 (鳥取環境大学環境情報学部准教授)	
	佐藤 伸 (鳥取環境大学環境情報学部講師)	
	藤原 健史 (岡山大学廃棄物マネジメント研究センター教授)	
	松井 康弘 (岡山大学廃棄物マネジメント研究センター准教授)	

#### 研究概要

平成 23 年度研究の結果として、以下の成果が得られた

(1) 鳥取市内の各家庭で発生する廃食用油の回収率を高めるための情報発信を行い、それに伴う市民のバイオマス利活用に関する意識調査を行った。その結果、今後 BDF 事業を進めていく上で環境への意識を高いレベルに維持する工夫が求められること、またより家庭に近い場所に回収拠点を設ける必要があることなど問題点が明らかになった。さらにバイオマスタウンを掲げ BDF 事業を行う市町村にアンケート調査を実施し、回収実態を明らかにした。(2) バイオマス利活用処方箋の作成のためにバイオマスタウンの利活用施設の持つ利点欠点を文献から明らかにし、さらにバイオマス利活用施設評価のための処方箋に向けて診断項目の検討を行った。この処方箋の試案を基にアジア展開に向けて沖縄、鹿児島、長崎の日本南部に位置するバイオマスタウン 4 カ所で調査を試みた。(3) アジア諸国におけるバイオマス利活用、地球温暖化防止、3R を推進するためにタイ・インドネシアのバイオマス発生・利活用の実態についての専門家に対するヒアリング調査の実施や現地でのワークショップ(意見交換会)を現地協力者と共同して開催し、各国の研究者・学生が百名規模で参加した。またアジア太平洋廃棄物専門家会議において、廃棄物系バイオマス利活用に関するセッションを企画し、成果を発表した。(4) バイオマス利活用促進のための技術的、経済的、社会的手法の開発を行うための基礎的な検討を行った。技術的な手法としてはバイオマスの効率的な回収システムのシナリオ分析を松山市の事例から研究を行った。また鳥取県内のバイオマス利活用施設 4 カ所を訪問し、活用技術の実態調査を行った。経済的な手法としては、BDF に代表されるバイオ燃料に着目し、燃料税政・補助金政策に関する制度、理論研究がすすめられた。社会的な手法の開発として、地域コミュニティの協働のあり方について検討が行われた。

# 目 次

第 1 章 研究の概要	1
1. 研究の目的と方法	1
2. 研究の必要性	3
3. この研究における最終達成目標	3
4. 研究推進体制	4
5. 結果の概要	4
第 2 章 地域に密着したバイオマス循環システムの構築	8
1. 調査の目的と方法	8
2. 廃食用油回収に関するスーパーマーケット（トスク）の買い物客に対するアンケート	8
2-1. 実施目的	8
2-2. 実施方法	8
2-3. アンケート結果	9
3. 廃食用油回収に対する意識の向上を目指した活動の効果	15
3-1. 設置場所と設置日	15
3-2. パネル内容と設置例	15
3-3. 回収を上げるための広告等	16
3-4. トスク 3 店舗での月間廃食用油の回収量の推移	16
3-5. 考察	19
4. 廃食用油を再生した BDF 利用事業の成功（失敗）要因調査	21
4-1. 調査の目的と方法	21
4-2. 対象市町村の選定	21
4-3. 継続実施市町村に対するアンケート調査結果	21
4-4. 県内市町村調査の結果	26
4-5. 今回の調査の成果と課題	30
第 3 章 バイオマス利活用促進処方箋の作成	32
1. 調査の目的	32
2. バイオマスタウン取り組み国内事例調査	33
2-1. 調査概要	33
2-2. 調査結果とりまとめ	33
2-3. バイオマス利活用活動診断	43
2-4. 処方箋作成の基本的な考え方	46
3. バイオマスタウンにおける廃棄物系バイオマス利活用の成功事例調査	48
3-1. 調査の目的	48
3-2. 調査対象の現況	48



第 4 章	アジア諸国で取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの展開	59
1.	調査の目的と方法	59
2.	タイでの現地視察及びワークショップ	59
2-1.	現地視察	59
2-2.	ワークショップの内容	61
3.	インドネシアでの現地視察及びワークショップ	67
3-1.	概要	67
3-2.	インドネシアでの業務スケジュール	67
3-3.	廃棄物セミナー	68
3-4.	バイオマス・ワークショップ	70
3-5.	現地調査	74
4.	国際シンポジウム	82
第 5 章	バイオマス利活用促進のための技術的手法の開発	85
1.	収集運搬に関する手法（国内自治体を事例とした事業系食品廃棄物・家庭系生ごみ分別収集のシナリオ評価）	85
1-1.	目的	85
1-2.	GPS/GIS を援用したごみ収集・運搬車両の作業実態調査	85
1-3-A.	有機性廃棄物（事業系食品廃棄物）の収集・運搬に係るシナリオ評価	89
1-3-B.	家庭系生ごみの分別収集に係るシナリオ評価	93
1-4.	まとめ	96
1-5.	参考文献	97
2.	収集運搬に関する手法（ベトナムにおける生ごみ分別収集実態調査）	99
2-1.	はじめに	99
2-2.	方法	99
2-3.	調査結果	101
2-4.	今後の計画	102
3.	バイオマス変換に関する手法（バイオマス利活用のための変換技術）	103
3-1.	現状の技術体系について	103
3-2.	バイオマスの種類による利活用技術	104
3-3.	バイオマス利活用調査	105
第 6 章	バイオマス利活用促進のための経済的手法の開発	130
1.	マテリアルフローへの政策介入の複合的効果	130
2.	経済的支援政策の介入対象領域	132
2-1.	研究開発	132
2-2.	設備投資	132
2-3.	原材料生産	132
2-4.	原材料収集	133
2-5.	需要・販売	133
2-6.	規格化・品質確保	133



3. バイオマスの利活用フローに影響する経済的支援政策とその特性	134
3-1. 研究開発助成	134
3-2. 設備投資助成	134
3-3. 課税・補助金政策	136
3-4. 固定価格買取制度（Feed in Tariff：FIT）	137
3-5. 製品規格政策	139
第7章 バイオマス利活用促進のための社会的手法の開発	141
研究発表等	142
関連資料	
1. 学会等での口頭発表スライド	145
2. 普及啓発用教材「e-ラーニング」のスライド	199

# 第1章 研究の概要

## 1. 研究の目的と方法

本研究では、アジア諸国での3R定着を目指して、既存の廃棄物系バイオマス（以下「バイオマス」という）利活用への取組を一層推進するとともに、日本の取組をアジアに発信し、各国専門家等の参加により利活用の展開を図ることを目的としている。具体的には次のとおり。（1）既存の家庭系廃食用油循環システムに対し、回収拠点での回収量増加や多様な利用先開拓を行い、深化を図る。（2）日本のバイオマスタウンでの様々な取組を地域経済循環、資源循環、環境負荷の面から診断し、対象バイオマスや循環範囲、工夫や施策などの特徴を抽出し、利活用推進のための処方箋を作成する。（3）日本と異なる地域特性を持つアジア諸国でバイオマスの利活用を推進するための専門家会議を開催し、優先的に取り組むべきプロジェクトを提案し、利活用推進を後押しする。（4）利活用推進のために、効率的な収集・運搬等の技術的手法や、税制も含めた経済的手法、住民の自発的な協力を促す社会的手法を開発する。以上4つの研究の柱において調査・研究を進めている。

### (1) 地域に密着したバイオマス循環システムの構築

鳥取市内の各家庭で発生する廃食用油（年間約220トン）の効率的回収のために、住民が3Rの重要性を認識し自発的に回収拠点へ廃食用油を持参することを促す情報を発信する。具体的には情報発信による住民の意識や行動の変容を解析し、効果的な情報内容と、収集運搬効率を高める手段を開発して回収率を向上させる。また、再生されたバイオ・ディーゼル燃料（BDF）の利活用を促進するために、利用者と利用用途を開拓して地域の産業と生活文化に密着したバイオマス循環システムを構築する。

### (2) バイオマス利活用促進処方箋の作成

バイオマスタウンで取り組まれているバイオマスの利活用（回収、再生、利用のサイクル）の施策などの特徴を地域経済循環、資源循環、環境負荷の面から診断し、利活用促進のための処方箋を作成する。

### (3) アジア諸国で取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの提案

中国、インドネシア、タイ、マレーシア、ベトナム等の諸国でバイオマスの利活用を促進するためのプロジェクト提案書を、代表研究者が毎年開催しているアジア太平洋廃棄物専門家会議にて発表する。プロジェクトの検討等はこの専門家会議の参加者を中心とした各国のネットワークを活用して行う。

### (4) バイオマス利活用促進のための技術的手法、経済的手法、社会的手法の開発の検討

利活用促進のためにはバイオマスの効率的回収が不可欠であり、GISを援用した収集運搬の効率を高める技術手法を開発する。また、BDFを中心に、そのライフサイクルに関係する現行の課税・補助金政策について国内実態を調査し、課題を明らかにする。さ

らに国内外各地域でのバイオマス燃料利活用支援政策について先進事例を収集し、利活用促進のための経済的手法を提案する。また、収集におけるボランティア活動の組み込み、リサイクル製品に対する付加価値の付与などの社会的手法を開発する。





## 2. 研究の必要性

私たちが直面している深刻な地球温暖化問題克服のために、低炭素社会の構築が求められている。一方で、3Rの促進により限りある資源を効率的に活用する循環型社会の構築も必須であり、両者のバランスのとれた社会システムへの転換が必要である。そのためには、私たち一人一人が身近に出来る事をしながら低炭素型・循環型の生活様式に変えていく研究と、アジアや世界という広い視点で関係者の連携強化に係る研究が必要である。

期待される成果等は次のとおり。

### (1) 地域に密着したバイオマス循環システムの構築

廃食用油の地域的リサイクルシステムにより、廃食用油を回収拠点に持ち出す排出者やBDFを使ったスクールバス等の利用者の中で、エコライフの重要性の理解が浸透し、資源や環境を大切にすることをエコライフへの転換が図られる。併せて隣人とのコミュニケーションが活発化し、活きた地域コミュニティの形成が図られる。

### (2) バイオマス利活用促進処方箋の作成

様々な取組事例を体系的に整理することにより、バイオマスの利活用を地域のニーズに応じて技術的、経済的にも成功させ、失敗を回避するための方策を明確に示すことができる。

### (3) アジアで取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの提案

既往のアジア太平洋廃棄物専門家会議メンバーに対するバイオマス利活用研究推進の動機づけの付与と、彼らを中心とした地球規模で推進すべき低炭素社会の構築に向けた国際的な専門家ネットワークの形成・強化が図られる。

### (4) 利活用促進のための技術、経済、社会的手法の開発

これらの手法の開発により、広域に分散し品質にもばらつきのあるバイオマスの効率的な収集システムの構築が可能となる。また、既存の燃料税制との調整により需要サイドにおける税制を通じた化石燃料との価格調整がなされ、地域内におけるバイオマス燃料の需要の拡大が図られる。さらに、地域での原料供給の振興や製品の利活用が進む。

## 3. この研究における最終達成目標

### (1) 地域に密着したバイオマス循環システムの構築

鳥取市内の各家庭で発生する廃食用油の回収率を高め、再生したBDFの活用を農機具などに拡大し地域バイオマス循環を構築する。

### (2) バイオマス利活用促進処方箋の作成

バイオマスタウンで取り組まれているバイオマスの利活用（回収、再生、利用のサイ

クル) システムに係る費用・環境負荷・施策効果に関するバイオマス利活用データベースを構築し、費用対効果等の診断システムを開発し、処方箋を作成する。

(3) アジアで取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの提案

アジア諸国におけるバイオマスの利活用・地球温暖化防止を推進するためのプロジェクト提案書を発表する。

(4) 利活用促進のための技術、経済、社会的手法の開発

GIS を援用した収集運搬の効率を高める技術手法、バイオマス利活用促進のための経済的手法、リサイクル製品に対する付加価値の付与などの社会的手法を開発する。

4. 研究推進体制

## 研究推進体制 (平成23年度)

**研究総括：代表研究者 田中 勝 (鳥取環境大学)**

- ・ (環境省) 日本海に面した海岸における海ごみの発生抑制と回収処理の促進に関する研究：総括
- ・ (文部科学省) 廃棄物系バイオマス (廃食用油) の利活用を核とした低炭素循環型社会の構築に関する研究：総括
- ・ (文部科学省) 21世紀COEプログラム-循環型社会への戦略的廃棄物マネジメント：総括
- ・ アジア太平洋廃棄物専門家会議 (SWAP I)：議長

	松村治夫 (鳥取環境大学)	岡崎 誠 (鳥取環境大学)	衣川益弘 (鳥取環境大学)	細野 宏 (鳥取環境大学)	石川真澄 (鳥取環境大学)	相川 泰 (鳥取環境大学)	佐藤 伸 (鳥取環境大学)	藤原健史 (岡山大学)	松井康弘 (岡山大学)
研究①		○	◎	○		○			
研究②	◎	○		○	○	○	○		
研究③	○					○	○	○	○
研究④T		○					○	○	◎
研究④E	○				◎			○	○
研究④S	◎		○	○		○			

アジア太平洋廃棄物専門家会議メンバー

日本工営株式会社  
(コンサルタント)

研究①： 地域に密着したバイオマス循環システムの構築  
 研究②： バイオマス利活用処方箋の作成  
 研究③： アジアで取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの提案  
 研究④T： バイオマス利活用促進のための技術的手法の開発  
 研究④E： 同 経済的手法の開発  
 研究④S： 同 社会的手法の開発

5. 結果の概要

(1) 地域に密着したバイオマス循環システムの構築

鳥取市内の各家庭で発生する廃食用油の回収率を高めるための情報発信とそれに伴う市民のバイオマスに係る行動・意識に関する実態調査を実施した。

1) 廃食用油の回収率を高めるための情報発信

廃食用油回収の向上に向けた活動と市民の意識を回収量で判断することを試みた。回収当初は、先述のした新聞や店舗チラシ、パンフ配布等をイベント的に行ったこともあ

り、急激に回収量が立ち上がった。今回 2011 年 12 月に「アンケート実施」及び廃食用油回収場所にパネルを展示した結果による回収量の変化は、3 ヶ月の加重平均では、少し上昇しているが、明確な効果は認められなかった。これは、パネルの展示場所が限定され、お客に十分なインパクトを与えられなかったことと判断する。

## 2) 廃食用油回収に対する市民の意識・行動調査

大々的な広報を行った開始当初に比べて、認知度は下がっており、今後環境への意識を高いレベルに維持する工夫が求められること、またスーパーマーケットの店頭での回収だけではなく、各ゴミステーションなど回収拠点をより家庭に近く、歩いて行ける距離に設ける必要があることなどバイオマス利活用システムの長期的にシステム維持する上での問題点が明らかになった。さらに市民の意識による自主的な取り組みでは限界があり、行動につながる意識付けは多くの時間と労力がかかることから、市のごみの回収の仕組みや制度に取り込むことが求められる。

## 3) 廃食用油を再生した BDF 利用事業の成功（失敗）要因調査

今回の調査により、バイオマスタウン構想を掲げ、5 年以上の廃食用油の回収と BDF としての再生利用事業実施の実績がある市町村では、半数を超える市町村で拠点回収方式での回収が行われており、その半分弱の 1/4 程度の市町村で、ステーション回収が行われている実態が分かった。また、家庭ごみの収集ステーションを活用した油の回収体制の普及には、地域によって収集ステーションの数が過大であったり、回収する廃食用油の品質保持が困難と考えられていたりすることなどが阻害要因となっていることが明らかになった。

## (2) バイオマス利活用促進処方箋の作成

バイオマス利活用（回収、再生、利用のサイクル）のデータベース・診断システムの基本設計を実施するため、バイオマスタウンの成功事例の調査を行い、成功するための要因をまとめた。

### 1) バイオマスタウン取り組み国内事例調査

バイオマス利活用処方箋の作成のためにバイオマスタウン取り組み国内事例中、実際に事業としての動きがあると判断された 127 件を抽出し、利活用バイオマス資源や利活用方法別に分類を行った。その結果、対象となるバイオマス資源は家畜排せつ物が最も多く、次いで廃食油、生ごみなどである。また、利活用方法では堆肥化利用が最も多く、全体の半数を占め、次いで燃料化、BDF 化であることが明らかになった。

この結果に基づき、バイオマス利用上想定される課題と対策のポイントをまとめた。

### 2) バイオマスタウンにおける廃棄物系バイオマス利活用の成功事例調査

さらに国内事例調査に基づき、調査票の試案を基にアジア展開に向けて沖縄県宮古島バイオマスタウン、長崎県対馬バイオマスタウン、鹿児島種子島バイオマスタウンなどの日本南部に位置するバイオマスタウン 4 カ所で調査を行った。この調査を通じて技術



に加えて、地域の社会状況などがバイオマス調査の成功条件に関わってくることが明らかになった。

### (3) アジア諸国で取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトを提案

アジア諸国におけるワークショップ開催及び視察事業は、当該地関係者との詳細なコミュニケーションを図り、バイオマス利活用・3Rを促進するとともに、最新の現地情報の収集、問題分析を行うために実施された。今年度はタイ・インドネシアの2カ所でバイオマス発生・利活用の実態についての専門家に対するヒアリング調査の実施や現地でのワークショップ（意見交換会）を現地協力者と共同して開催した。バイオマス研究者や様々な立場の関係者との意見交換、情報交流を各大学等で行い、各国の研究者・学生が百名規模で参加した。またアジア太平洋諸国の廃棄物関係の各国代表者の集まる国際会議アジア太平洋廃棄物専門家会議において、廃棄物系利活用バイオマス利活用に関する発表・意見交換を行い、成果を発表した。

#### 1) タイ国での現状視察及びワークショップ

バイオマス利活用の実態調査と取り組みについて現地研究者と情報交換するため、タイを訪問した。ワークショップはタイ受入代表のイニシアティブの下で受け入れが行われ、チュラロンコン大学からなど35名の専門家さらに学生などが集まった。日タイの研究者および日本環境企業などが午前、午後と二部に分け意見交換を行った。また、訪問中チュラロンコン大学で行われているもみ殻と米ぬかを利用したガス化発電事業である精米(Rice Mill)プロジェクト(SP2プロジェクト)やEGATプロジェクトで現地視察を行い、関係者との意見交換を行った。

訪問日：2011年9月4日～9日、参加者：田中勝、松村治夫、松井康弘(岡山大学)

現地研究者:Orawan Siriratpiriya 博士

Environmental Research Institute,  
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

#### 2) インドネシアでの現状視察及びワークショップ

バンドン工科大学教授エンリ・ダマンフリ教授を代表とするインドネシア工科大学の積極的な調整、協力があり、土木・環境工学部学長表敬訪問、環境工学部・大学院生ファカルティとの会合、廃棄物セミナー、バイオマス利活用ワークショップ、バンタルクバン廃棄物処理場施設の見学まで、効率的に実施し、多くの参加者間で意見交換を行った。

訪問日：2011年12月27日～30日、参加者：田中勝、松村治夫、佐藤伸

現地研究者:Enri Damanhuri 教授

Faculty of Civil and Environmental Engineering,  
Bandung Institute of Technology, Bandung, West Java Province, Indonesia

### 3) アジア太平洋廃棄物専門家会議—バイオマスセッションの開催

アジア太平洋の研究者たちの間でバイオマス利活用に対する問題意識・情報の共有化を図るとともに、本学で進めている環境省補助金研究プロジェクトの内容を紹介し、今後より大きな活動成果が得られるような協力体制を構築することを目的としてバイオマスワークショップを開催した。最初に、タイ、ネパール、フィリピン、日本、インドネシアから5名の専門家がそれぞれの国のバイオマス利活用の状況を報告。その後、本学が行ったバイオマスタウンの調査内容についての報告、その後、タイ及びインドネシアで本学が両国の専門家と連携して開催した2つのワークショップの報告があり、最後にパネルディスカッションが行われた。

日時：2012年2月22日（水）9：30～13:00（210分）

場所：とりぎん文化会館小ホール第5・6会議室

テーマ：「アジア地域での廃棄物系バイオマス利活用研究をどのようにして推進するか？」

座長：Enri Damanhuri（バンドン工科大学土木・環境科学部教授、インドネシア）、

副座長：副田 俊吾（日本工営株式会社環境事業部環境技術部課長、日本）

コーディネータ：佐藤 伸（鳥取環境大学環境マネジメント学科講師、日本）

パネリスト：

Chettiyappan Visvanathan（アジア工科大学環境資源開発学部教授、タイ）

Surya Man Shakya（ポカラ大学環境科学・管理学部教授、ネパール）

Albert Magalang（環境天然資源省環境管理局環境管理専門官、フィリピン）

岡山 朋子（名古屋大学エコトピア科学研究所講師、日本）

Orawan Siriratpiriya（チュラロンコン大学環境研究所准教授、タイ）

Yong Feng Nie（清華大学環境科学工学科教授、中国）

西田 昌之（鳥取環境大学サステイナビリティ研究所助手、日本）

### (4) 利活用促進のための技術、経済、社会的手法の開発

バイオマス利活用促進のための技術的、経済的、社会的手法の開発を行うための基礎的な研究が行われた。

技術的な手法としてはバイオマスの効率的な回収システムのシナリオ分析を松山市の事例から研究を行った。GISを援用した収集運搬システム設計手法の枠組みを検討するとともに、バイオマス利活用システム導入自治体を事例として、現行システムの費用対効果を分析した。また鳥取県内のバイオマス利活用施設3カ所を訪問し、活用技術の実態調査を行い、実際に運営されている施設の技術的工夫、運営上の問題点等の洗い出しを行った。

経済的な手法としては、BDFに代表されるバイオ燃料に着目し、燃料税制・補助金政策に関する制度、理論研究がすすめられた。

社会的な手法の開発として、地域コミュニティの協働のあり方について検討が行われた。

## 第2章 地域に密着したバイオマス循環システムの構築

### 1. 調査の目的と方法

鳥取市内の各家庭で発生する廃食用油の効率的回収のために、住民が3Rの重要性を認識し、自発的に回収拠点へ廃食用油を持参することを促す情報を発信する。具体的には情報発信による市民の意識や行動の変容を解析し、効果的な情報内容と収集運搬効率を高める手段を開発し回収率を向上させる。また、再生されたバイオ・ディーゼル燃料（BDF）の利活用を促進するために、利用者と利用用途を開拓し地域の産業と生活文化に密着したバイオマス循環システムを構築する。本学で廃食用油の回収を始めるに当たって2009年に実施したアンケートとの比較及び以降継続してきている廃食用油の回収量の推移の変化を指標に今回のアンケートやパネル展示が市民の意識に与える影響を確認するものである。

### 2. 廃食用油回収に関するスーパーマーケット（トスク）の買い物客に対するアンケート

#### 2-1. 実施目的

現在、廃食用油回収を実施しているスーパーでの市民（買い物客）の廃食用油回収に関する市民意識の実態把握並びに2009年実施したアンケートと比較し廃食用油回収の意識と行動を探る。なお、2009年に実施したアンケート結果もその要点を述べる。

#### 2-2. 実施方法

##### (1) アンケート概要

店舗（トスク）での廃食用油回収や利用に関する理解、・食用油の使用や廃棄の方法、廃食用油回収を増やすための方法、店舗までの交通手段及び循環型社会にむけた日常的な取り組み等を把握するものである。

##### (2) アンケート方法

2009年から廃食用油回収を実施しているスーパーマーケット（トスク）の店頭で、学生が、買い物客対しヒヤリングアンケートを実施した。

##### (3) 実施店舗、実施日及びアンケート件数

実施店舗：鳥取市内の3店舗:実施日時

- ・トスク吉成店：2011年11月12日（土）10:00～（学生2名で実施）
- ・トスク雲山店：2011年11月6日（日）13:00～（学生2名で実施）
- ・トスク吉方店：2011年11月2日（水）13:00～（学生2名で実施）

アンケート総件数 N=93



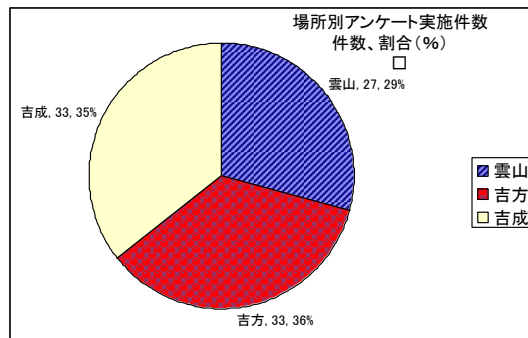


図 2-1 アンケート実施場所の件数と割合

### 2-3. アンケート結果

アンケート実施数は 93 件であるが、各設問の一部で解答していないものもあり、各設問では回答数を母数として集計した。

#### (1) お店で天ぷら廃食用油を回収していることを知っているか（選択） N=89

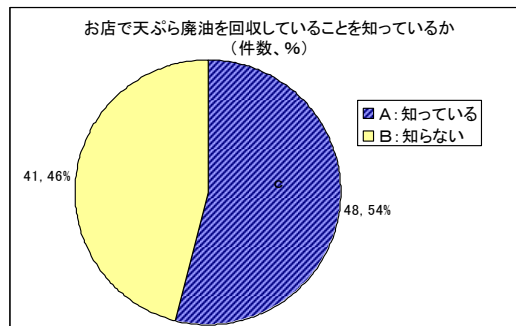


図 2-2 お店で天ぷら廃食用油を回収の周知

廃食用油回収実施を知っている割合は約半数で回収当初（52%）と 2009 年とほとんど変化していない。

#### (2) 廃食用油回収を何で知ったか（選択） N=47

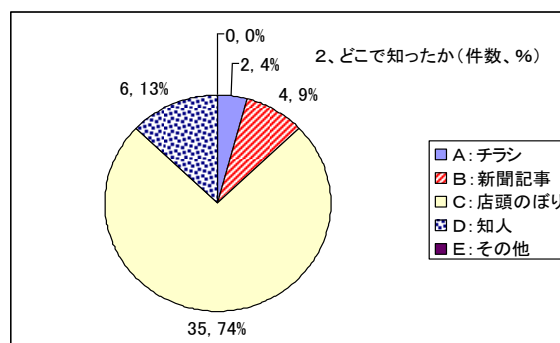


図 2-3 廃食用油回収を知った媒体

店舗の「のぼり」で知った全体の 35% ((1)で知っていると答えた者の 70%程度) で当初 2009 年の店舗前でのアンケートと大きく異なる。

(3) 天ぷら廃食用油の利用を知っているか。知っている利用用途はどれか。(選択) N=90

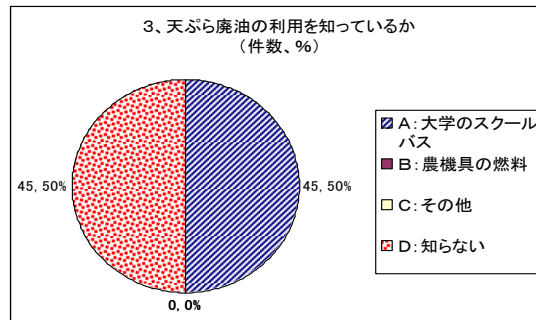


図 2-4 天ぷら廃食用油の利用の理解

天ぷら廃食用油の利用を知っている者は半数で、先回の 80%から大きく減少している。

(4) 家族でどのくらい月に天ぷら油を使用するか (ml) 及び、廃食用油は月にどの程度の量発生するか

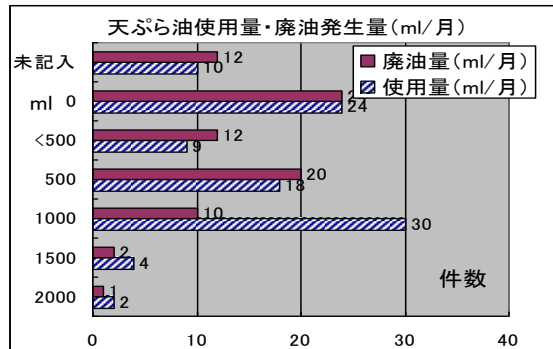


図 2-5 天ぷら廃食用油使用量・廃食用油の発生量

廃食用油の使用量は月間 500ml、廃食用油の発生しない家庭も半数ありと先回と大きな変化なし。

(5) 廃食用油の処理はどのようにしているか。(選択) N=59

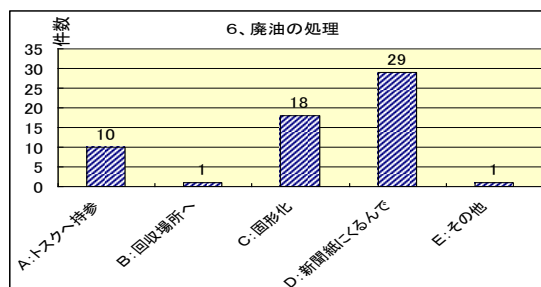


図 2-6 廃食用油の処理方法

当初は、廃食用油を持って回収に協力する者が 34%と回答していたが、今回の調査では 17%と半数となっている。

固形化や新聞紙にくるみ処理しているが 80%を占める。

(6) 天ぷら廃食用油の使用状況 N=93

表 2-1 天ぷら廃食用油の使用、廃食用油発生及び持参者

	天ぷら油使用者数	廃食用油発生者数	廃食用油持参者数	回収持参者数／発生者数
	59人(63%)	47人(50%)	10人(11%)	10人(21%)
総数(母数)	総数:93人中			廃食用油発生:47人中

食用油の使用者数、及び廃食用油の発生者数、及び廃食用油を回収実施者数から、廃食用油発生者（回収が可能数）に対する回収実施者の割合を把握。：21%が廃食用油を回収している。

(7) 廃食用油の回収率向上に必要な処置はどれだと考えますか。(選択) N=82

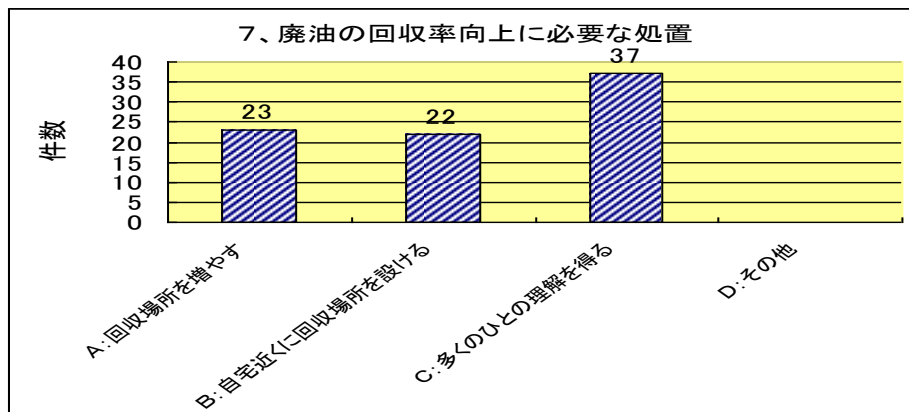


図 2-7 廃食用油回収向上に必要な手段

廃食用油の回収増加につなげるには、市民の理解を促すと共に、自宅近くに回収場所設けるべきであることを示している。

(8) 多くの人の理解を得る方法はどれか(順位付け：係数補正)

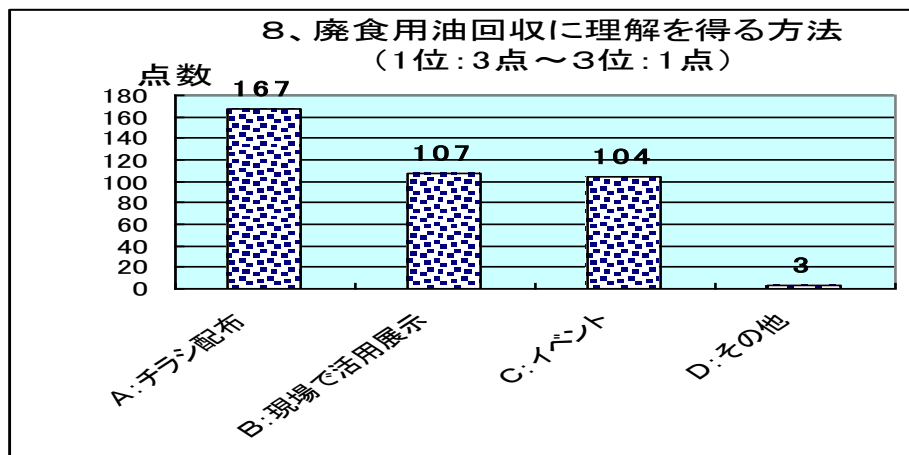


図 2-8 廃食用油の回収に理解を得る方法



(9) 循環型社会に向け取り組んでいること（複数選択）

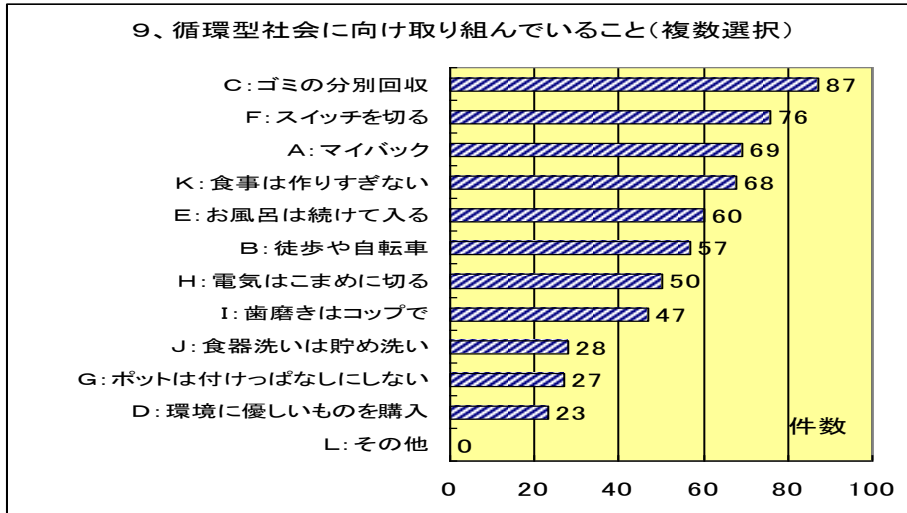


図 2-9 循環型社会に向けて取り組んでいる項目

ゴミの分別回収のような規則化している項目は高い実施であるが、環境にやさしいものを買う等の個人の判断による事項への取り組みは 20%程度である。但し、マイバック等は、ポイントの付与で増加してきている。

(10) 廃食用油の回収しやすい方法（選択 係数補正：1位3点、2位2点、3位1点）

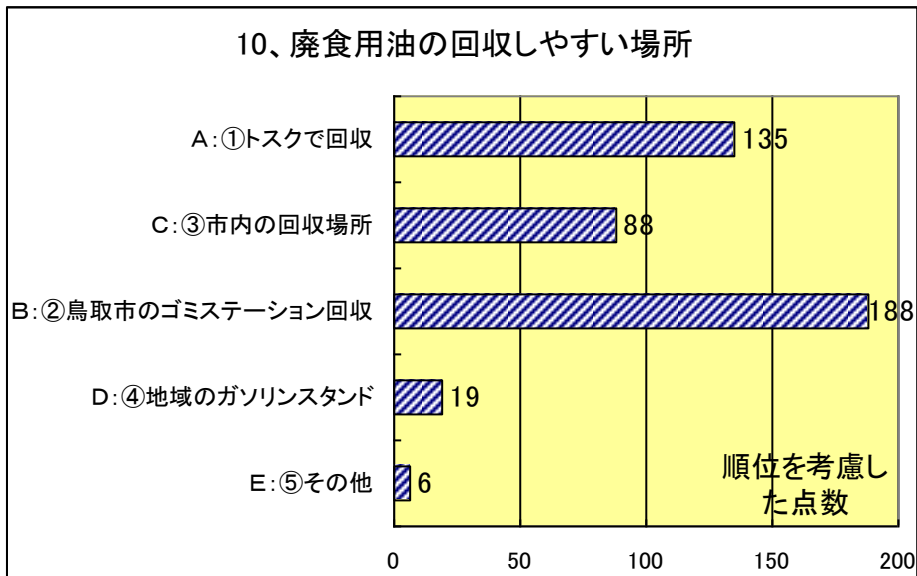


図 2-10 廃食用油の回収しやすい場所

廃食用油の回収のやりやすさとしての回収場所は、当然トスクでの点数も高いが、それ以上に、鳥取市のゴミステーション圧倒的に高い点数となった。

(11) 回答者の属性

1) 回答者の年齢 N=90

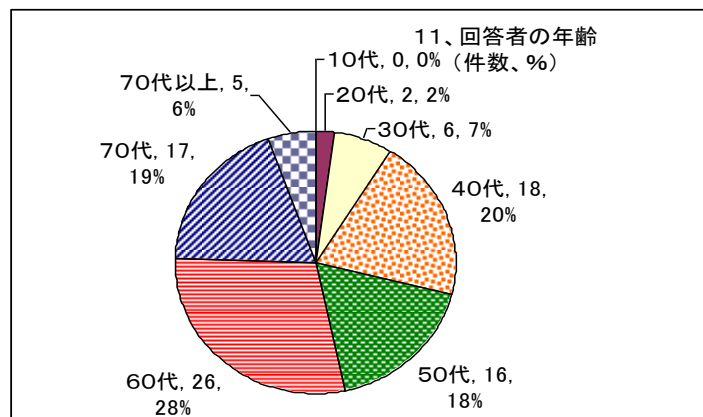


図 2-11 回答者の年齢

2) 回答者の性別 N=90

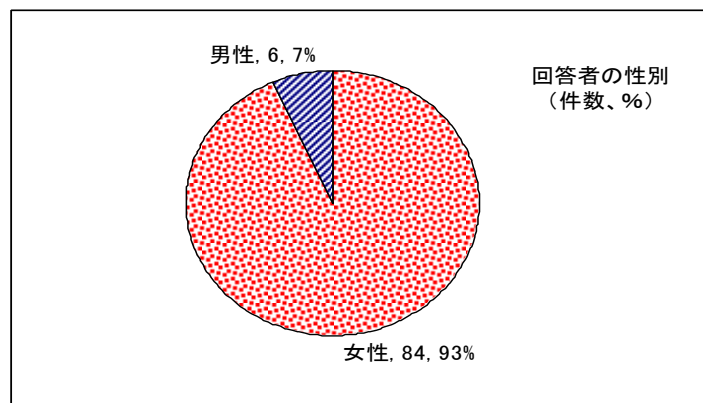


図 2-12 回答者の性別

3) 回答者の職業

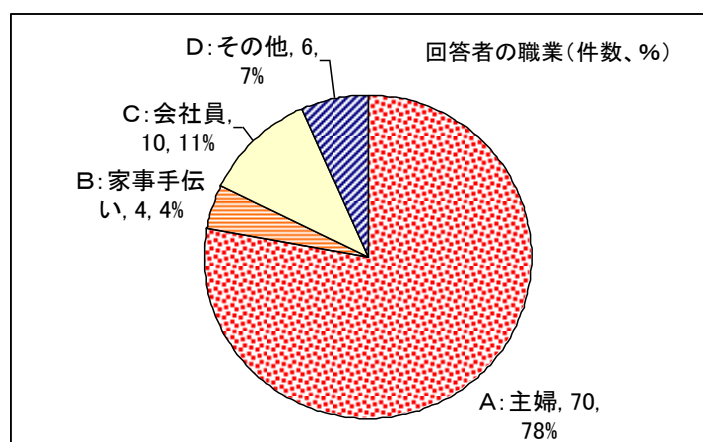


図 2-13 回答者の職業

4) 回答者の家族の人数

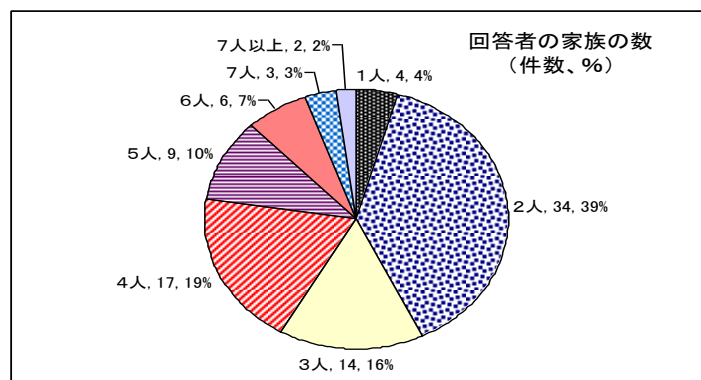


図 2-14 回答者の家族の人数

回答者は、40～70代の女性で主婦、家族数は、2人が39%、3～4人が35%である。

5) 回答者のトスク（お店）までの交通手段 N=89

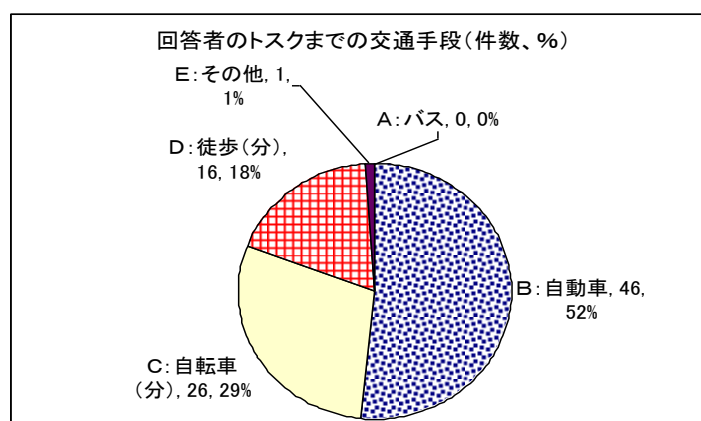


図 2-15 回答者のトスクまでの交通手段

(12) 循環型社会に向けた実施項目数と廃食用油の回収実施の有無

廃食用油の回収実施の有無は、循環型社会に向けた実施行動項目数で大きな差はない

表 2-2 実施項目数

	廃食用油発生者：37人	廃食用油発生者の中で回収実施者：10人
循環型社会に向けた実施項目数	6.3項目	7.0項目

(13) 廃食用油回収者の交通手段と回収をしていない者の交通手段

廃食用油回収実施 N=10、 廃食用油回収を実施しない者 N=86

廃食用油回収者と回収していない者の交通手段の差に大きく違いがある。廃食用油回収者の6割は徒歩と自転車2割が占める。一方回収していない者は、自動車54%及び自転車30%と徒歩の割合が少ない。

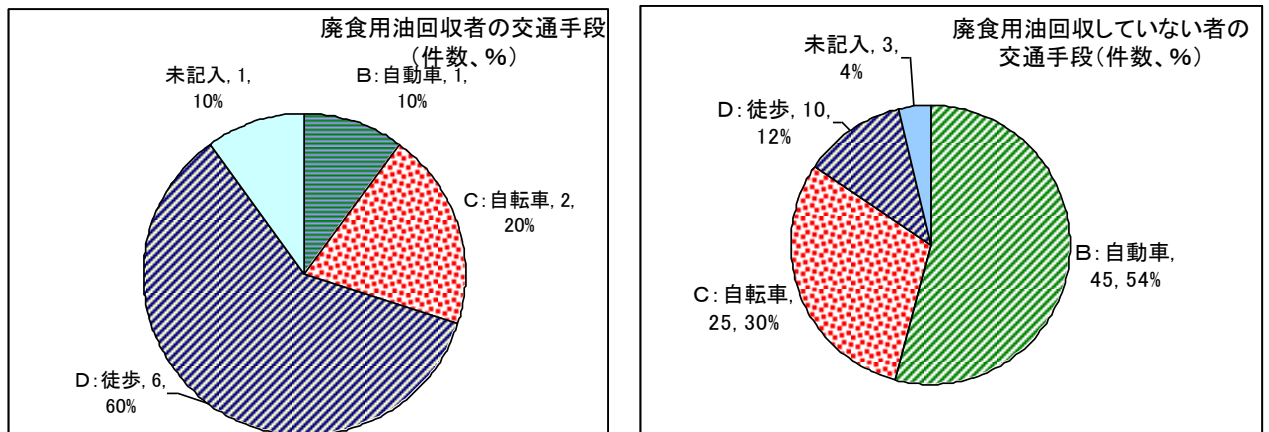


図 2-16 廃食用油回収者と回収していない者の交通手段

### 3. 廃食用油回収に対する意識の向上を目指した活動の効果

廃食用油回収から利活用への循環と実績をパネルに示し、3店舗で市民への周知を行う。また、前日のアンケートの実施を合わせた回収率の推移変化で確認を試みる。

#### 3-1. 設置場所と設置日

①次の各店舗の廃食油回収場所周辺に設置

- ・トスク吉成店（1箇所）、・トスク雲山店（1箇所）、・トスク吉方店（2箇所）

②設置日：2011年12月9日

#### 3-2. パネル内容と設置例



図 2-17 トスク吉成店の設置例（赤丸の場所に図 2-18 のパネルを設置した）



図 2-18 廃食用油回収とその循環利用に関するパネル

3-3. 回収を上げるための広告等

(1) 1 回目の広報活動 (回収開始時：2009 年)

1)ビラ及び回収のためのルート配り

2009 年 4 月 14 日(火)、17 日 (金)、21 日 (火)、24 日 (金) の 16:00~18:00 に実施。各店舗とも 2 人で実施した。

2)トスクによる広告チラシ新聞折り込み

- ・ 2009 年 4 月 24 日 (金)・28 日 (火)、5 月 1 日 (金)・8 日 (金)・12 日 (火)
- ・ 2009 年 5 月 15 日 (金)・19 日 (火)・26 日 (火)、5 月 29 日 (金) の 9 日分

3)アンケート調査実施

- ・ 2009 年 6 月 9 日 (火)、12 日 (金)
- いずれも 16:00~18:00 実施。各店舗 2 人で実施。聞き取り方式

(2) 2 回目の広報活動 (今回の場合：2011 年)

- 1)アンケート調査実施：2011 年 12 月 2 日~12 日
- 2)パネル展示開始：2011 年 12 月 9 日

3-4. トスク 3 店舗での月間廃食用油の回収量の推移

(1) 平成 21 年度~現在までの毎月の回収量の推移結果



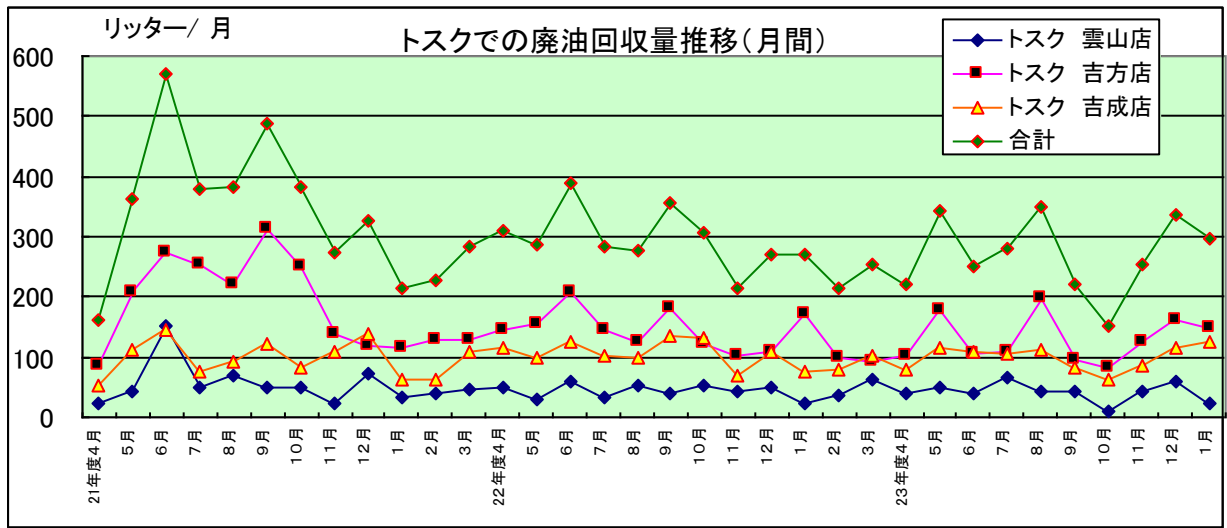


図 2-19 毎月の店舗別廃食用油回収量の推移結果（赤枠は、広報を実施後の状況）

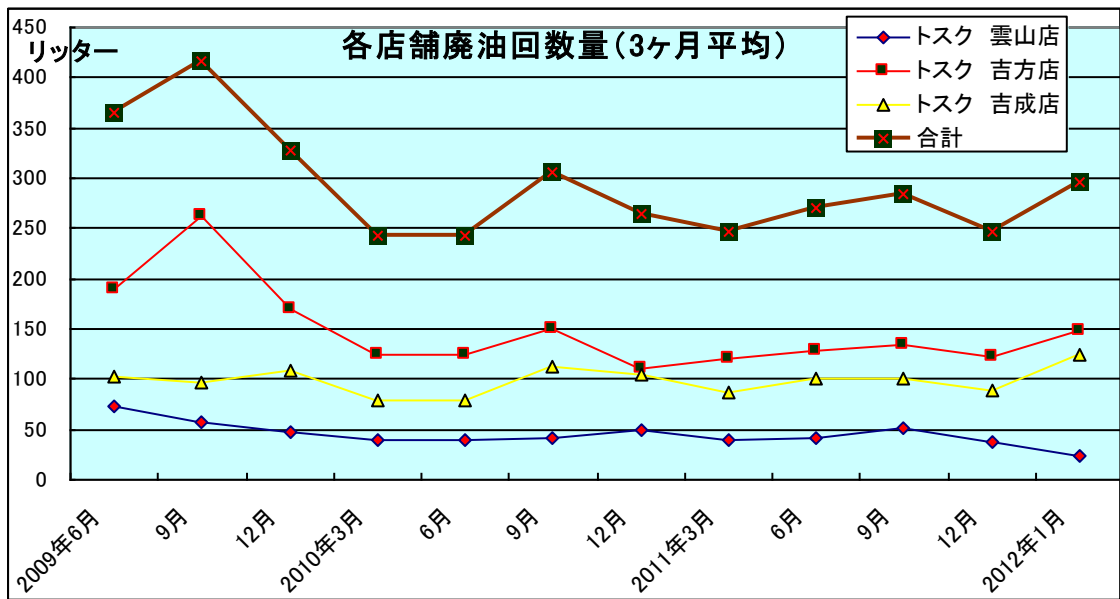


図 2-20 店舗別廃食用油回収量の推移結果（3ヶ月加重平均値）（赤枠は、広報を実施後の状況）

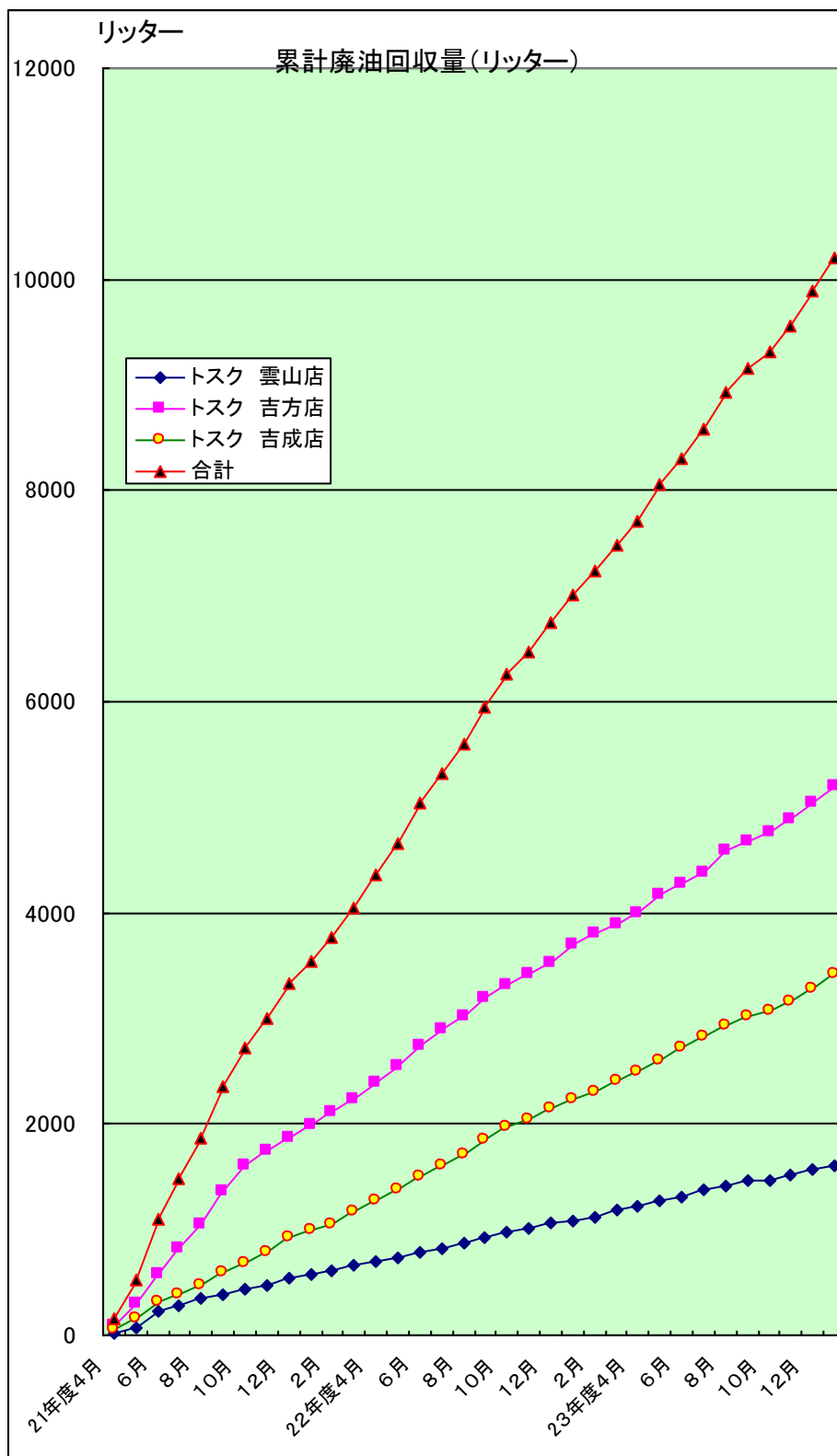


図 2-21 廃食用油回収量の累計推移（赤枠は、広報を実施後の状況）

2009年廃食用油の回収時は、多種の広報を行い高い回収量が得られたが、その状況は約半年後から低下し、一定の傾斜（回収量）を維持し、2年あまり持続している。2011年のアンケート及び小パネル展示では顕著な増加は見られなかった。

### 3-5. 考察

今回の廃食用油回収の拠点としているスーパーマーケット（トスク）3店舗の買い客（消費者）の廃食用油回収に関する意識調査を行い、地域消費者からの廃食用油回収の拡大の要因を探ることを目標にした。また、一定の回数量を維持継続している状況において、店舗での廃食用油回収に繋がる広報活動が廃食用油回収にどのような影響を与えるかを調査した。

2011年の今回のアンケートの結果は、3店舗ほぼ同数のアンケート件数となった。廃食用油回収を知っているが約半数で、廃食用油を回収当初(2009年アンケート)と変化はない。どこで回収のことを知ったかは店舗に掲げている「のぼり」で知ったが大半を占めているが、2009年の結果は、「店頭前での説明」と「チラシ」が占めた。2009年の回収開始時は、「パンフの配付」、「新聞記事掲載」、「店舗チラシ」、「のぼり」、「アンケート」等を行ったが、それ以降は、「のぼり」を回収場所に掲げることのみとなった。また、廃食用油利用実態の理解も2009年当初は各種の広報で周知し8割が理解していたが、5割に至っている。このように、一般の消費者の意識は、時間と共に薄れてきている。

天ぷら油（食用油）の使用量や廃食用油発生量は2009年回収当初と大きな変化はない。廃食用油回収当初(2009年)は、廃食用油回収に協力するが34%を占めていたが、現在回収を行っているのは廃食用油発生者の21%で、大半はゴミとして処分している。廃食用油回収量からの変化は、2009年当初が3ヶ月平均410リッターであったが、270リッター程度（2009年回収開始当初の約60%）に減少してきている。しかし、約2年間は月ごとの変化はあるものの、一定回収量を維持している。

廃食用油回収を増やすためには、多くの人の理解を得るためにイベントやチラシ配付等を挙げている。また回収場所として、現状のお店以上に、「市内のごみステーション」が圧倒的に点数が高く、自宅の近くの（店舗を含め）、現在利用のこみステーションを望んでいる。

今回のアンケートでは、天ぷら油の使用家庭は、63%で廃食用油の発生割合は全体の半数であり、廃食用油発生のうち回収を行っているのは21%となった。即ち、廃食用油回収が可能な場合の21%が廃食用油回収を実施している。この21%の割合は、何の規制や条件が無い場合の一般のマイバックの持参率やグリーン購入実施者の割合に近い。

廃食用油回収の顕著な傾向は、廃食用油回収の交通手段は徒歩が6割、自転車2割が占め、回収無しは、自動車及び自転車では8割を超える。これは、回収場所と自宅の距離によるものと判断できる。当初のデータでは、徒歩は5分以内が多く、車では5～10分程度となっている。但し当初の調査では、徒歩の3割、全体で3.5割が廃食用油を店舗に持っていくとしている点は注目すべきである。

当初の調査と今回の対象は、大きな違いはなく40～70歳の主婦（女性）が大半を占めている。

次に、廃食用油回収の向上に向けた活動と市民の意識を回収量で判断することを試みた。回収当初は、先述のした新聞や店舗チラシ、パンフ配布等をイベント的に行ったこともあり、図2-19～21に示すように急激に回収量が立ち上がったが、それ以降は何の広報活動は行っていなし。また、廃食用油持参者にはスーパーのポイント（マイバック持参者に提供）を付与することの周知も当初のみであった。

常設は、「廃食用油回収タンク」と「のぼり」のみで、今回 12 月に「アンケート実施」及び廃食用油回収場所にパネル（図 2-17・18）を展示した。この結果による回収量の変化は、3 ヶ月の加重平均では、少し上昇しているが、明確な効果は認められなかった。これは、パネルの展示場所が限定され、お客に十分なインパクトを与えられなかったことと判断する。

今回の調査では、一般消費者は、インパクトのある広報で、一時的に意識があがり、廃食用油回収に協力する。廃食用油回収量で判断する限り月間 410 リッター程度であるが、時間と共に意識が薄れ、月間回収量 270 リッター程度の量を 2 年間維持している。これは廃食用油発生者の約 20%程度の割合の消費者にあたる。この 20%の割合は、自主的な活動としてのマイバックの持参率等の割合に等しい。現状のトスクでの廃食用油の回収を続ける上では、回収率を上げる試みは、一時的には上がるが、維持が困難であり、この 20%である 270 リッター（月間）を維持し続けることが有効である。

廃食用油が発生する者で、回収を実施していない者と、廃食用油の発生があり回収実施者とを循環型社会にむけた行動項目数比較した場合、両者には殆ど差は見られなかった。循環型社会にむけた行動項目数とは、マイバックを持参、分別の徹底、電気はこまめに切る等、日常生活において環境意識の行動項目としての指標としたものであるが、日常の環境意識よりは、廃食用油を持参しやすい状況にあるかどうかの影響が大きいものと推測される。

更に回収量を増やすには、廃食用油の回収量を増やすには、その重さと油汚れの発生等消費者が持ち込みやすい拠点を設けることであり廃食用油回収拠点は、廃食用油の発生場所に近い住まいの近くの現状の市のこみステーションや市内の回収場所であれば回収しやすい。

以上の状況から判断すると地域での廃食用油回収を拡大させるためには、環境意識を一定レベルに持続させていく工夫と、回収拠点を住民の歩いていける近い場所（市のゴミステーション等）に設定することが好ましい。

更に徹底して回収を 100%に近づけるためには、市民の意識による自主的な取り組みでは限界があり、行動につながる意識付けは多くの時間と労力がかかることから、市のごみの回収の仕組みや制度に取り込むことが求められる。岡山市では、既に実施済みであり、すでに発生量の 80%を定常的に回収しその制度が定着している。この 80%は、レジ袋有料化（制度）に伴いマイバック持参率とほぼ近い割合である。

今後の廃食用油の回収を有効に進めるためには、温暖化防止の一翼を担うエネルギーとして、又原子力発電の問題の先が見えない中、太陽光発電の買取制度並みの支援を得ながら、地域で BDF に関わる団体が協力し地域発のエネルギーとして定着させていくことが必要である。このためには、関係団体と消費者及び行政が一体となり、効率的な回収システムを構築していくと同時に、民間事業者を巻き込み、供給面だけでなく、用途拡大も進める必要がある。今後は、鳥取県内を中心に、BDF に関わっている各団体と消費者の協力を得て、行政に働きかけをすること及び用途拡大を目指すことで、地域のエネルギーとして一歩進めることを目指し調査を進めていきたい。

## 4. 廃食用油を再生した BDF 利用事業の成功（失敗）要因調査

### 4-1. 調査の目的と方法

家庭から排出される廃食用油を回収し、BDF として再生利用する事業を通じて地域に密着した循環システムの構築を図るため、全国の地域で検討実施されている事業の実態を把握し、各地域における成功（失敗）要因を明らかにすることを目的とする。

方法としては、バイオマスタウン公表市町村の中で、同事業を5年度以上にわたり、実施している市町村（継続実施市町村）であると認められる市町村に対してアンケート調査を行い、各地域における廃食用油の回収方法、BDF の製造体制、燃料としての利用、今後の事業展開に向けての課題を明らかにし、その成功要因を明らかにしていくこととした。

一方、鳥取県内の全市町村（県内市町村）に対し、廃食用油の回収実施の有無を含めて、同様の調査を実施し、回収を実施している市町村と実施していない市町村の結果を比較することにより、主として事業実施に失敗又は未実施に終わっている市町村について、その要因を明らかにしていくこととした。

### 4-2. 対象市町村の選定

本研究はバイオマスタウン構想書の記述から廃食用油を回収し、BDF として再生利用する事業を実施している実績があると思われる 21 の市町村を抽出し、そのなかで被災地域に該当する 4 市町村を除く表 2-3 に掲げる 17 市町村を「継続実施市町村」として選定し、アンケート調査票を送付することとした。併せて、表 2-4 に掲げる県内の 19 市町村に、アンケート調査票を送付することとした。

表 2-3 継続実施市町村

北海道滝川市、東川町、札幌市定山溪地域、青森県鶴田町、山形県村山市、西川町 新庄市、秋田県小坂町、千葉県山武市、長野県千曲市、愛知県豊橋市、京都府京都市 兵庫県加西市、洲本市、南あわじ市、宮崎県門川町、熊本県南阿蘇村
--

表 2-4 県内市町村

鳥取市、米子市、倉吉市、境港市、岩美町、若桜町、智頭町、八頭町、三朝町、 湯梨浜町、琴浦町、北栄町、日吉津村、大山町、南部町、伯耆町、日南町、日野町、 江府町
---

### 4-3. 継続実施市町村に対するアンケート調査結果

#### (1) 廃食用油の回収方法(図 2-21)

回収方法で、最も多かったのは、家庭から出る廃食用油については、回収拠点を設けて回収する（拠点回収）というもので 10 市町村であった。そのうち、7 市町村は、不定期に排出される分を回収できるようにしており、3 市町村は拠点に対し定期的に回収しているということであった。二番目に多かったのは、事業所分は民間業者が回収するというもので 7 市町村であった。

それらに次いで、三番目ではあったが、家庭分は、資源ごみ等家庭ごみの収集ステーションから回収（ステーション回収）しているというものが 4 市町村あった。また、一部の

事業所（学校も含む）分については、合意に基づいて回収しているというものも 4 市町村あった。

その他の回答が 4 市町村からあったが、そのなかには、「一般家庭、事業所にかかわらず、回収依頼があれば回収する」といったもの等があった。

なお、事業所分は民間業者が回収しているという 7 市町村のうち、3 市町村においては、家庭分について、市町村による回収も行われていた。

また、学校を含む一部事業所分を拠点回収している 4 市町村においては、いずれにおいてもステーション回収又は拠点回収が行われていた。そのなかの 1 市町村においては、ステーション回収、拠点回収及び一部事業所分の拠点回収の 3 つの方法を併用していることがわかった。

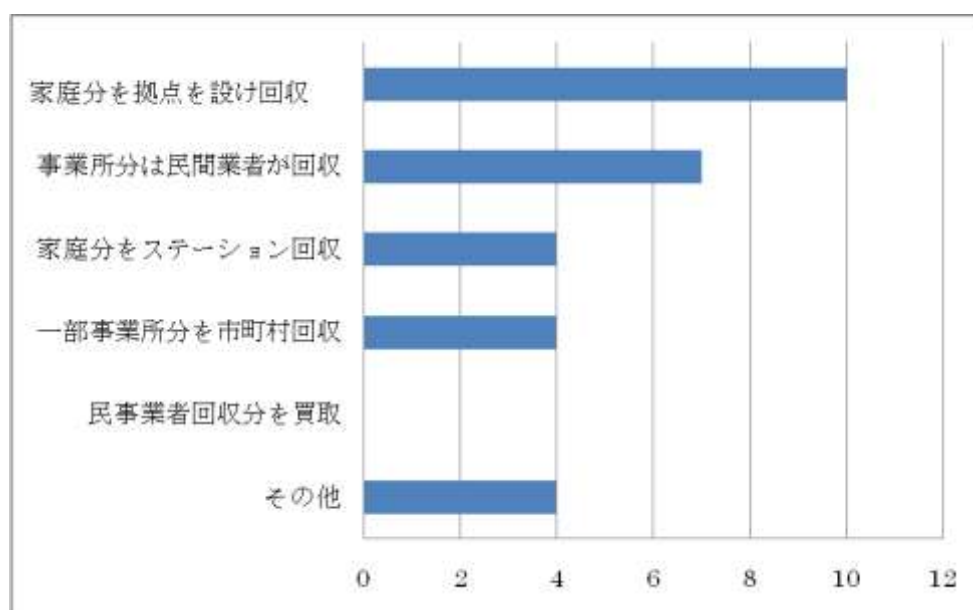


図 2-21 廃食用油の回収方法（複数回答）（市町村数）

## (2) ステーション回収を実施していない理由(図 2-22)

一部市町村で実施されているステーション回収については、市町村のごみ収集システムを活用して分別集項目を 1 つ追加する形で実施できるものであり、実施可能であれば、効率的で計画的な回収が可能となると考えられる。更に、拠点回収に比べ、一般家庭への周知の手間も少なく済むものである。そこで、そのようなステーション回収を実施していない市町村に対して、実施していない理由を調査した。

その結果、一番多かったのは、**BDF** としての品質の保持が難しく、ステーションでのチェック体制等を組むのが困難であると考えられるが 5 市町村であった。次いで多かったのが、収集ステーションの数が多過ぎて効率的な回収が望めないとするもので 4 市町村であった。そのほか、**BDF** の価格が軽油に比べて安くするのが難しく廃食用油を大量に回収することには大きなメリットが見い出せないとするものが 2 市町村あった。

その他、「**BDF** 製造工場の採算をとるためには、家庭のほか、事業所分の回収が必要であるが、民間事業者による回収が実施されるなか、大きな回収量を確保することが困難である」といった回答等が寄せられた。



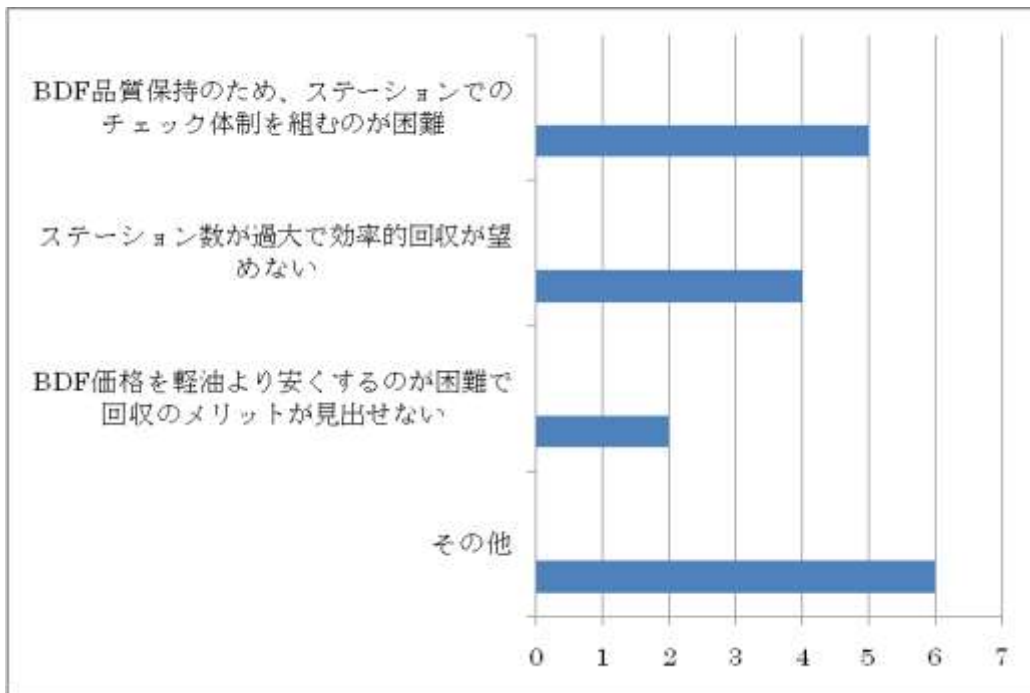


図 2-22 ステーション回収を実施していない理由(複数回答) (市町村数)

(3) ステーション回収の実施予定等(図 2-23)

ステーション回収を実施していない市町村に対して、実施予定や検討状況を調査した。その結果、一番多かったのは、これまで検討したことがないというもので 6 市町村であり、次いで過去に検討したことはあるが断念したとするものが 5 市町村であった。

そのほか、現在検討中というものが 1 市町村であり、ステーション回収が今後、未実施市町村に早急に広まっていくとは思えない状況であることがわかった。

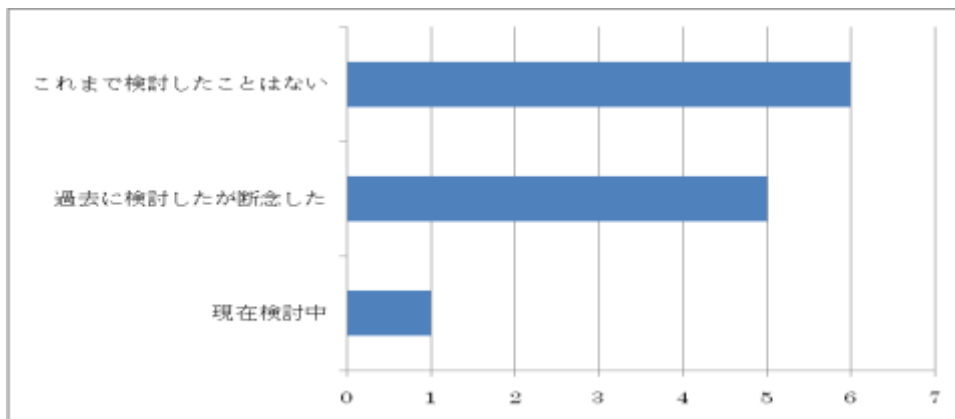


図 2-23 ステーション回収の実施予定等 (市町村数)

(4) BDF の製造体制(図 2-24)

BDF の製造体制について、一番多かったのは、既存の民間事業者の精製工場に持ち込んで燃料化しているとするものであり、4 市町村あった。次いで、製造工場を国や都道府県からの補助を受けて、民間業者と契約して設置しているというものが 3 市町村あった。

そのほか、「市町村単独で精製工場を設置している」とするもの、「市及び 2 市 1 町で構成している一部組合にて NEDO の補助金を受け BDF 製造装置を設置し BDF 燃料を製造している」もの等があった。

BDF の製造体制については、既存の民間事業者の工場への持ち込みや、国等の補助を受けて工場を設置するものが多いものの、個々の地域の状況により様々な体制で行われていることが明らかとなった。

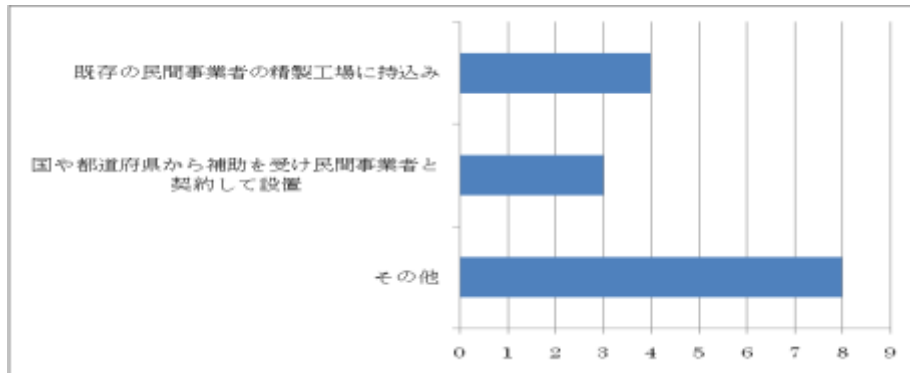


図 2-24 BDF の製造体制(市町村数)

#### (5) BDF 燃料としての利用 (図 2-25)

BDF を燃料としてどう利用しているかについて、一番多かったのは、市町村の公用車、市町村の施設内の重機等で利用しているで、7 市町村あった。次いで、市町村のごみ収集車で利用している、市営バスや路線バスで利用しているとするもの、ごみ収集業務の委託業者等、市町村と契約関係にある民間事業者等、一定範囲の民間事業者の自動車に利用しているとするものがそれぞれ 2 市町村ずつあった。

そのほか、「収集を行う民間事業者が自社で利用する」とするもの、「リサイクル業者が引き取り同業者が使用している」とするもの、「一部事務組合で使用している公用車及びし尿収集車の燃料として使用している」もの等があった。

市町村の公用車等での利用が多いものの、利用方法や形態も、地域によって、様々であることが明らかとなった。

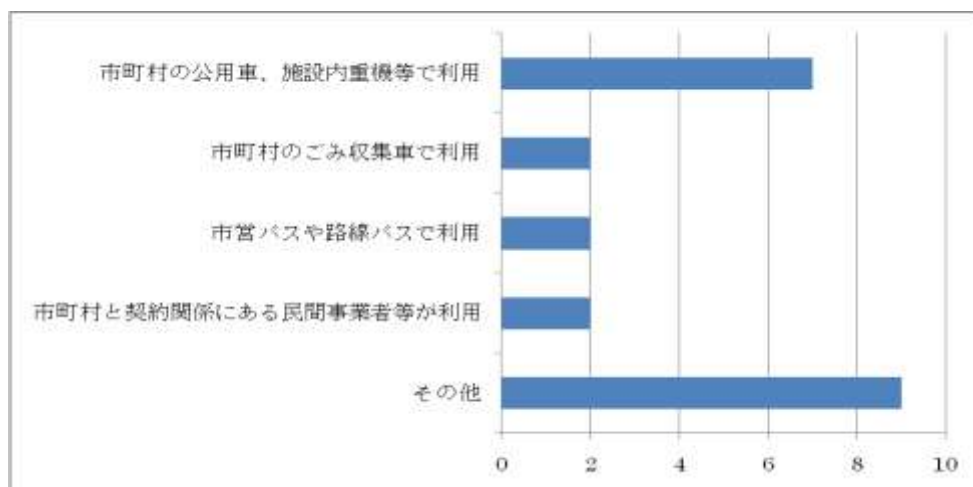


図 2-25 BDF の燃料としての利用(複数回答)(市町村数)

(6) BDF と軽油の混合割合 (図 2-26)

BDF と軽油の混合割合について調査したところ、BDF100%で利用が 10 市町村で最も多かった。次いで 5%で利用、5%以上 100%未満で利用が 1 市町村ずつあった。そのうち、5%以上 100%未満での利用は、20%での利用であった。

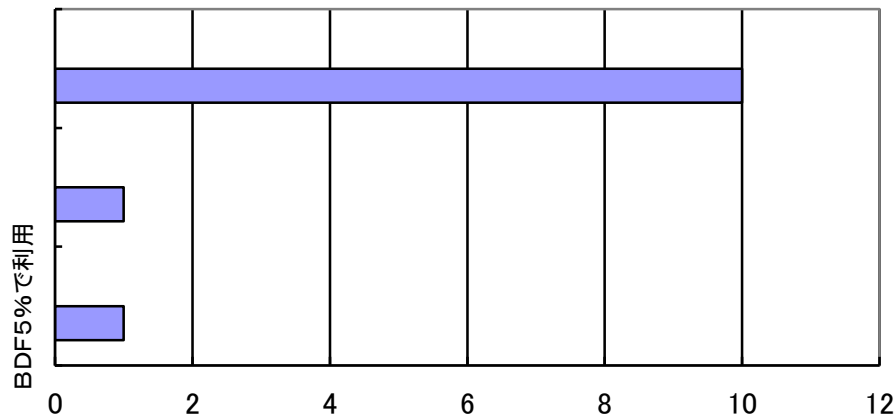


図 2-26 BDF と軽油の混合割合 (市町村数) (複数回答あり)

(7) 菜の花プロジェクトの実施状況 (図 2-27)

実施していないというものが一番多く 6 市町村であったが、次いで実施しているが 4 市町村であり二番目に多かった、そのほか、実施していたがやめているが 2 市町村であったが、今後実施することとしているも 1 市町村あった。

菜の花の栽培については、国や地方自治体からの助成金が見直されていくなかで継続実施が困難になる恐れも指摘されており、伸び悩んでいる状況が見受けられた。

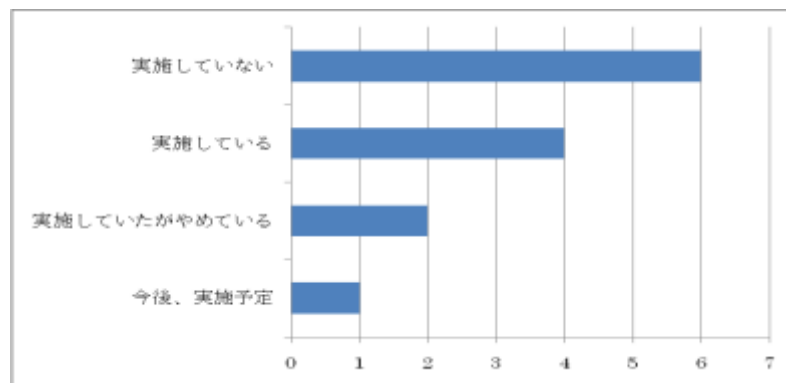


図 2-27 菜の花プロジェクトの実施状況 (市町村数)

(8) 今後の事業展開に向けての課題 (図 2-28)

今後、廃食用油を再生し、BDF の製造、利用を開始又は拡大していく上で、課題になっていることを調査したところ、1 番多かったのが、BDF と軽油を混合して利用すると軽油引取税が賦課されることとするもので 12 市町村であった。次いで、BDF の混合利用のための施設の整備や検査基準を充足するための経費がかかりすぎるとするものが 10 市町村あり、軽油との混合利用に関するものが大きな課題となっていることが明らかとなった。

(6)の BDF と軽油の混合割合について、ほとんどの市町村が BDF100%で利用している背景にはこの課題の存在があると思われる。

そのほか、最新規制対応のトラック等には BDF を利用できない場合があることとするものが 9 市町村、BDF の利用先を増やすのが困難であることとするものが 8 市町村あった。

それ以外に、複数の市町村から回答があったのは、回収する廃食用油の品質保持のためには住民の理解と協力が必要であること (5 市町村)、BDF を使う車ではオイル交換の頻度が増加すること (4 市町村)、家庭や事業者が排出する廃食用油の回収量をこれ以上伸ばせないとと思われること (4 市町村) であった。

その他、「可燃ごみになる分の廃食用油を再利用するというごみ減量化として実施しているので、課題はない」、「寒い地域なので冬は BDF の燃焼が悪く、そのまま使えない。また、エンジン故障が多い」など様々な回答が寄せられた。

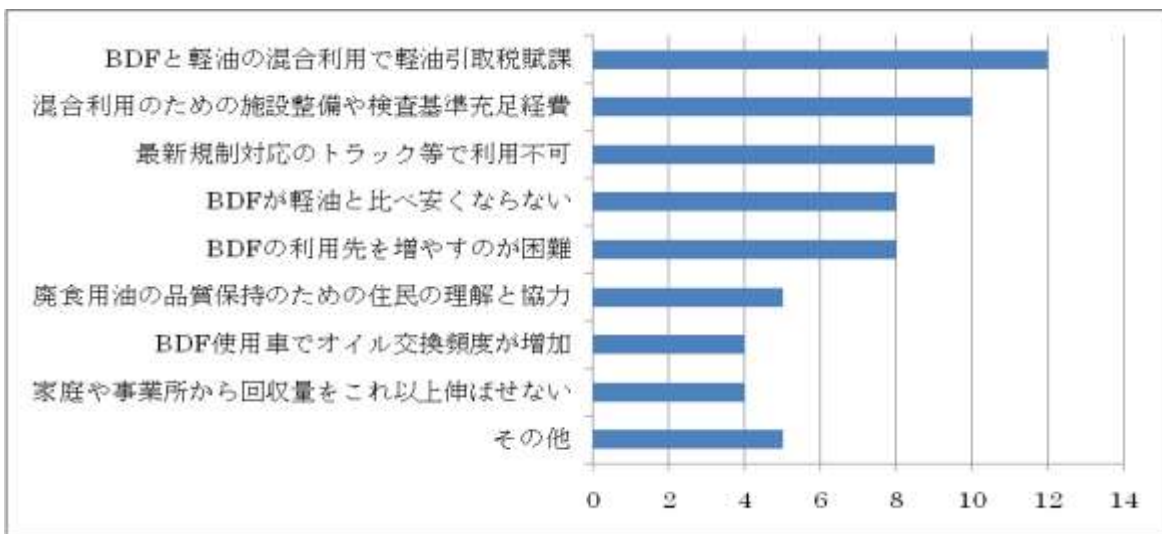


図 2-28 今後の事業展開に向けての課題 (複数回答) (市町村数)

#### 4-4. 県内市町村調査の結果

##### (1) 概要

前述したように、継続市町村調査に対し、廃食用油を BDF として再生し利用する事業が実施されているかどうかを除き、同じ、調査項目でアンケート調査を実施しており、概ね、同様の調査結果となっている。ここでは、両調査で違いが見られた点、また、同一県内で事業実施自治体と未実施自治体とを対比することにより明らかとなった点等を中心に結果報告を行う。

##### (2) 廃食用油の回収事業実施の有無(図 2-29)

市町村により回収が実施されているのは、19 市町村中、9 市町村あったほか、NPO 等市町村以外の主体により家庭からの廃食用油の回収が実施されている市町村が 5 市町村あった。その NPO 等には、NPO 法人のほか、観光協会、福祉施設、学校給食センター、保育所、大学、民間事業者が含まれている。また、残りの 5 市町村は回収が実施されていないが、そのうち 4 市町村は実施に向けて検討したこともないということであった。また、1 市町村においては、「回収について検討したが、燃料需要が少なく見送った。」とされている。

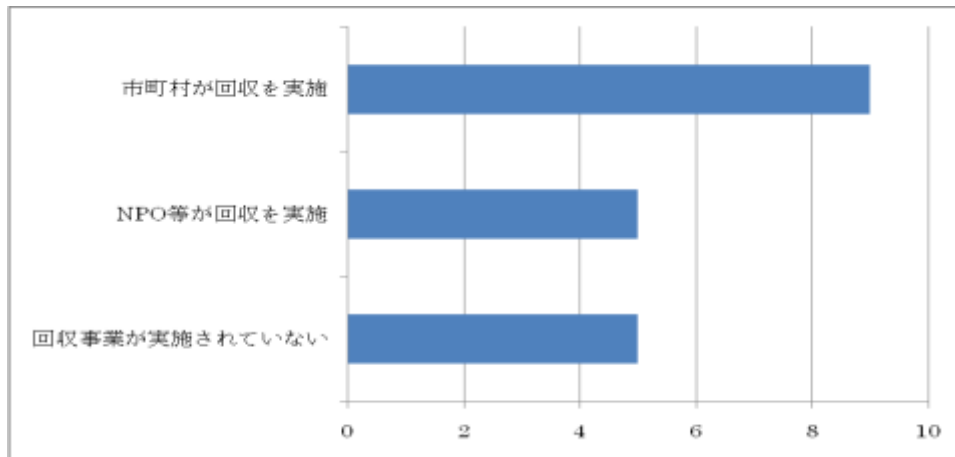


図 2-29 廃食用油の回収事業実施の有無(市町村数)

### (3) 廃食用油の回収方法

廃食用油の回収方法については、家庭分を拠点回収が 10 市町村で最も多く、次いで事業所分は民間業者が回収で 8 市町村であった。

それらに次いで、三番目ではあったが、家庭分は、資源ごみ等家庭ごみの収集ステーションから回収しているというものが 4 市町村あった。また、一部の事業所（学校も含む）分については、合意に基づいて回収しているというものも 3 市町村あり、継続市町村調査の結果と極めてよく似た結果となった。

なお、事業所分は民間事業者が回収している 8 市町村のうち、7 市町村は、家庭分については市町村又は NPO 等による回収が行われており、残りの 1 市町村も、家庭分について、民間事業者による回収が実施されている。

ちなみに、これら回答を基に、県内市町村の回収状況別に区分された市町村の 1 市町村当たりの平均人口を調べてみると、NPO 等により家庭からの廃食用油の回収が実施されている市町村は比較的人口規模が大きく、その他の市町村は比較的人口規模が小さい市町村が多いことが明らかとなった。恐らく、人口規模の大きい市町村では、地方公共団体以外の主体でも、家庭等からの効率的な回収が可能となるだけの廃食用油の回収が可能となるだけの排出量及び回収量が見込める地域や地区があるといったことではないかと考えられる。(表 2-5)

表 2-5 回収状況別にみた市町村の平均人口（単位 千人）

回収状況	市町村が回収	NPO 等が回収	回が実施されていない
市町村平均人口	1 4	7 0	6

### (4) ステーション回収を実施していない理由

ステーション回収を実施していない理由として一番多かったのは、収集ステーションの数が多過ぎて効率的な回収が望めないというのが 5 市町村あった。次いで多かったのは、継続実施市町村では、一番多かった（5 市町村）BDF としての品質の保持が難しく、ステーションでのチェック体制等を組むのが困難であると考えられるであり、2 市町村であつ

た。そのほか、BDF 製造工場の採算をとるためには、家庭のほか、事業所分の回収が必要であるが、民間事業者による回収が実施されるなか、大きな回収量を確保することが困難であると考えられるとするもの、「観光協会が(回収)を行っているため」などというものがあつた。

#### (5) ステーション回収の実施予定

ステーション回収の実施予定について、一番多かったのは、これまで検討したことがないというもので4市町村あり、次いで過去に検討したことはあるが断念したとするものが2市町村で、現在、検討中というものが1市町村であつた。この順番などは継続実施市町村調査とまったく同じであつた。

そのほか、「地域の公民館、公共施設などで十分収集ができています」とするものが1市町村あつた。

#### (6) BDF の製造体制

一番多かったのは、継続実施市町村調査と同様、既存の民間事業者の精製工場に持ち込んで燃料化しているとするものであり、4市町村あつた。しかし、継続実施市町村調査では、次に多かった製造工場を国や都道府県からの補助を受けて、民間業者と契約して設置している(3市町村)という市町村は、県内市町村ではなかつた。

その代わりに、「市で直接製造している」、「無償で福祉施設に提供している」、「民間企業、大学、町内の観光協会、NPO 法人が燃料化している」等様々な回答が寄せられている。継続実施市町村と同様に、既存の民間事業者の精製工場に持ち込んで燃料化しているものが多いものの、市町村の実状に応じ、様々な体制が作られて実施されていることが明らかとなった。

#### (7) BDF 燃料としての利用

BDF を燃料としてどう利用しているか調査したところ、一番多かったのは、市町村の公用車、市町村の施設内の重機等で利用しているで、4市町村あつた。次いで、市町村のごみ収集車で利用しているとするものが2市町村、市営バスや路線バスで利用しているとするもの、「回収業者がバスの燃料として販売する」等の回答があつた。

この点についても、継続実施市町村と同様の結果となった。

#### (8) BDF と軽油との混合割合

BDF と軽油の混合割合について調査したところ、継続実施市町村と同様に BDF100%で利用が9市町村で最も多かった。次いで5%で利用が1市町村あつた。そのほか、「(民間事業者が BDF 利用をしているので) 把握していない」というものも1市町村あつた。

#### (9) 菜の花プロジェクトの実施状況

継続実施市町村と同様に実施していないというものが1番多く9市町村であつた。それに対し実施しているが3市町村であつたが、そのうち、2市町村は市町村以外の主体により油の製造まで実施しているということであつた。また、今後実施することとしているも



1 市町村あった。継続実施市町村と違い、実施していたがやめているというものはなかった。

なお、実施していないという 9 市町村の中には、「町民有志が取り組んでいる」、「必要がない」といった回答をした市町村がそれぞれ 1 市町村ずつあった。

(10) 今後の事業展開に向けての課題（図 2-30）

今後、廃食用油を再生し、BDF の製造、利用を開始又は拡大していく上で、課題になっていることを調査したところ、一番多かったのが、最新規制対応のトラック等には BDF を利用できない場合があることとするものが 9 市町村であった。次いで、BDF の価格が軽油と比べ安くないとするものと、回収する廃食用油の品質保持のためには住民の理解と協力が必要であることとするものが 7 市町村ずつあった。

それに続いて、BDF を使う車ではオイル交換の頻度が増加することとするものが 6 市町村、軽油を混合して利用すると軽油引取税が賦課されることとするものと、BDF の利用先を増やすのが困難であることとするものが 5 市町村ずつあり、更に、BDF の混合利用のための施設の整備や検査基準を充足するための経費がかかりすぎるとするものが 4 市町村、家庭や事業者が排出する廃食用油の回収量をこれ以上伸ばせないとと思われるとするものが 2 市町村あった。

継続実施市町村調査結果と比べて、県内市町村調査では、BDF と軽油との混合利用に伴う課題を挙げる市町村数が少ないことが明らかとなった。これについては、継続実施市町村に比べ、県内市町村には、回収を実施していない市町村が含まれているほか BDF と軽油との混合利用を実施しようと考えている市町村が少ないということも考えられると思われる。

そのほか、BDF 利用により、PM 中の有機化合物、NO<sub>x</sub> 等が増加するとされている、グリセリンの処理問題も未解決である等とするもの、「収集に膨大な費用（がかかる）」とするもの等、様々な回答があった。

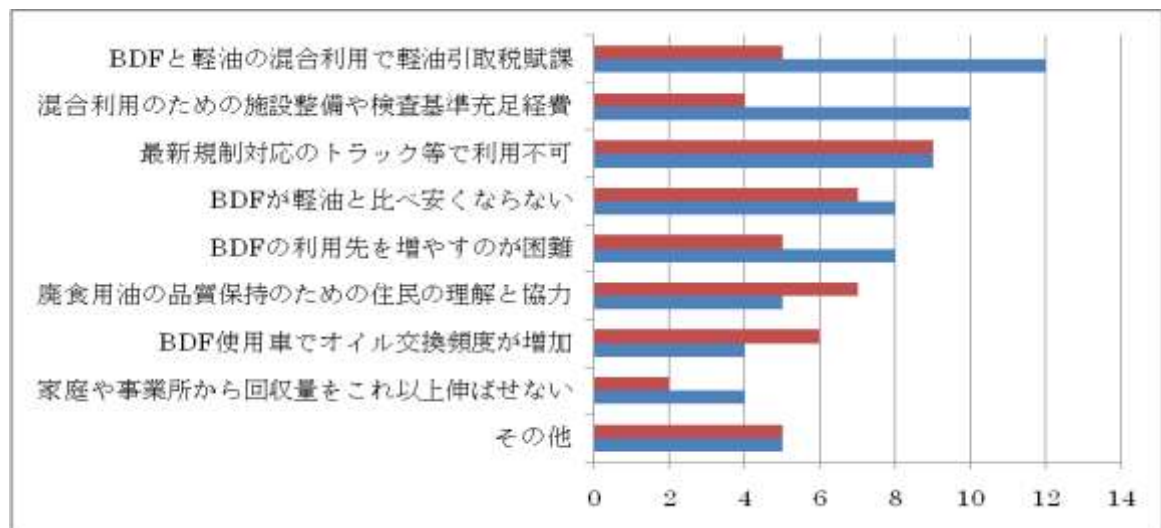


図 2-30 今後の事業展開に向けての課題（複数回答）（市町村数）

(注) 赤い棒グラフは、県内市町村結果、青い棒グラフは継続実施市町村結果)

更に、県内市町村の家庭からの廃食用油の回収状況別に今後の事業展開に向けての課題として挙げられている事項を比較し、それぞれ過半数を超える回答を表記すると最新規制対応のトラック等で利用不可という県内市町村で全体でも最も多くの市町村が課題として挙げたことのものについて、回収が実施されていない市町村では、どの市町村も課題として挙げなかったことが明らかとなった。他の事項についても、同様であるが、これらの市町村では、回収事業が行われていないため、課題としてこれらの事項が想起されなかったものと考えられる。他方、回収が実施されていない市町村で挙げられている課題は、実体験に基づいて挙げられているものではないので、他の回収事業が実施されている市町村の実態が理解されることによって、課題として挙げられなくなる可能性があるものと思われる。その観点から見ると、市町村が回収を実施している市町村では、課題として挙げている市町村がなく、回収が実施されていない全市町村が課題として挙げている廃食用油の品質保持のための住民の理解と協力は、市町村が回収を実施している市町村の実態が理解されれば、回収が実施されるようになる可能性があるものとも考えられる。(表 2-6)

表 2-6 回収状況別に見た今後の事業展開に向けての課題

	市町村が回収	NPO 等が回収	回収が実施されていない
市町村数 (赤字は過半数が回答したもの)	9	5	5
最新規制対応のトラック等で利用不可	5	4	0
廃食用油の品質保持のための住民の理解と協力	0	3	4

#### 4-5. 今回の調査の成果と課題

##### (1) 今回の調査の成果

家庭からの廃食用油を回収し、BDF として再生利用する事業の実態については、一部の市町村において回収拠点を設けて実施したり、資源ごみ等の家庭ごみの収集ステーションを活用して実施されていることが知られていたが、どのような回収方式での回収方法がどのくらいの数の市町村で実施されているか詳しい情報が把握されていなかった。今回の調査により、廃食用油の回収と BDF としての再生利用事業が、バイオマスタウン構想で、位置付けられ、5 年以上の事業実施の実績がある市町村では半数を超える市町村で拠点回収方式での回収が行われており、その半分弱の 1/4 程度の市町村で、ステーション回収が行われていることを明らかにできた。

また、家庭ごみの分別収集が、普及定着している現在、資源ごみ等の収集ステーションを活用した回収体制を可能な限り普及定着させていく上で、ネックになっている要因として、地域によって、収集ステーションの数が過大であったり、回収する廃食用油の品質保持が困難と考えられていることがあることなどを明らかにできた。

そのほか、BDF の製造体制や燃料としての利用状況等についても、今後の事業拡大に向けての課題とともに、概略を把握することができた。

## (2) 今後の課題

今回の成果を、地域に密着したバイオマス循環システムの構築につなげていくためには、更に、現在、各地域において、廃食用油の回収と **BDF** 等への再生利用が必要とされている要因等をより具体的に明らかにするとともに、効率的な拠点回収やステーション回収を継続実施できるようにしていくための前提条件などを関係主体間の連携や関与の方法、各回収拠点やステーション当たりの世帯数などの数的条件を含めて可能な限り明らかにしていくこととしたい。

また、各地域の特性に応じ、家庭からの廃食用油や再生利用された **BDF** の利用用途の拡大や転換についても、地域事例等を踏まえ検討していくこととしたい。

最後に、本調査に当たり、ご指導ご協力をいただいた諸先生方や、アンケート調査にご協力いただいた市町村の方々、その取りまとめに当たってプロジェクト研究の一環で参加してくれた学生の皆さんにこの場をお借りして御礼を申し上げたい。

## 第3章 バイオマス利活用促進処方箋の作成

### 1. 調査の目的

バイオマス資源を有効に活用していくため、政府は2002年12月に「バイオマス・ニッポン総合戦略」を策定し、バイオマス利用の促進に向けて国家プロジェクトとして取り組みを開始した。2006年には、これまでのバイオマスの利活用状況や2005年2月に発効した京都議定書等の各種戦略の策定後の情勢の変化を踏まえて見直しを行い、国産バイオ燃料の本格的導入、林地残材などの未利用バイオマスの活用によるバイオマスタウン構築の推進のための施策を講じてきた。

バイオマスタウンは、市町村が中心となって地域の関係者の連携の下に、地域のバイオマス利用の全体プランとなる「バイオマスタウン構想」を作成し、その実現に向けての取り組みを進めていくものである。この構想を各地の農政局で受け付けており、その内容が以下の基準に合致していれば、バイオマスタウンとして公表される。

- ① 廃棄物系バイオマスの90%以上、または未利用バイオマスの40%以上の利用に向けた総合的な利用を進める。
- ② 関係者が協力し、安定的で適正な利用を進める。
- ③ 関係法令を遵守する。
- ④ 安全の確保がなされる。

この取り組みは2010年度で300市町村のバイオマスタウンを目標として進められ、2011年4月末現在、318カ所のバイオマスタウンが公表された。このバイオマスタウンの中から、廃棄物系バイオマスの利活用に関する取り組みを抽出するとともにその実施状況について調査した。そして、生産・施設稼働・販売実績等の見られる事例を「現状維持」すなわち「成功事例」として抽出した結果の整理や考察を行うとともに、対象とするバイオマス資源や主な利活用方法等の観点から評価を行った。これらの成功事例については、今後、その具体的な取り組み内容を現地調査等を通じて確認していくこととするが、本調査では、バイオマス利活用の診断システムにおける処方箋の検討を進める際の着眼点として、主なバイオマス資源別に、利活用を進める上で想定される課題と対策を取りまとめた。

今年度（平成23年度）は、認定されたバイオマスタウンの中から、廃棄物系バイオマスの利活用に係る取り組みを抽出し、生産・施設稼働・販売実績等のみられる事例を「現状維持（＝成功事例）」として抽出した結果について、整理・考察を行うとともに、調査結果に基づき、対象とするバイオマス資源や主な利活用方法等の面より評価した。評価は、別途実施された先進事例調査等の結果を踏まえて実施する。さらに、今後、成功事例の具体的な取組内容を確認し、処方箋（バイオマス利活用の診断システム）検討上の着眼点として、主なバイオマス資源別に、利活用上想定される課題と対策をとりまとめた。

## 2. バイオマスタウン取り組み国内事例調査

### 2-1. 調査概要

- ・バイオマスタウン取組事例中、実際に事業としての動きがあると判断されたもの（施設稼働実績の有無等）を「現状維持（＝成功例）」として抽出。
- ・抽出された成功例を、対象とするバイオマス資源や利活用方法別に分類。

プロジェクト研究で取りまとめたバイオマスタウン成功事例調査のデータ確認及びデータ整理の手順は以下のとおりである。

- 【事例整理作業】
- ① ホームページより得られたバイオマスタウン構想に関するデータを収集。
  - ② 抽出したデータは、所在地の自治体別に整理したうえで、「生産実績あり」、「施設稼働実績あり」、「販売実績あり」、「作業要員あり」、「経費支出あり」などの点がみとめられるものを「現状維持（＝成功事例）」として抽出。

（下表：抽出データ表）

【データ整理】 以下について、図表としてとりまとめる。

- (1) 対象バイオマスの事例件数及び全事例中の比率
- (2) 利活用方法の全件数及び全事例中の比率
- (3) 対象バイオマス別の利活用方法の件数及び比率
- (4) 利活用方法別の対象バイオマスの件数及び比率

表 3-1 バイオマスタウン成功事例 抽出データ表（抜粋）

番号	対象地域	対象バイオマス	利用方法	実施年	現状維持	備考
<b>A班</b>						
1103	岩手県 紫波郡 紫波市	家畜排泄物	堆肥化	平成16年	○	資料にて現状と施設説明記載
		廃食用油	原料化	平成16年	○	
		下水汚泥	堆肥化	平成17年	○	
		食品廃棄物	堆肥化	平成16年	○	
1105	山形県 最上郡 鮭川村	家畜排泄物	堆肥化	平成16年	○	資料にて現状と施設説明記載
		廃食用油	燃料化	平成16年	○	
		廃材	燃料化	平成16年	○	
		生ごみ	堆肥化	平成16年	○	
		その他(廃菌床)	堆肥化	平成16年	○	
			燃料化	平成16年	○	
2402	北海道 虻田郡 洞爺湖町	生ごみ	堆肥化	平成15年	○	資料にて現状と施設説明記載
		食品廃棄物	堆肥化	平成15年	○	
			飼料化	平成15年	○	
		家畜排泄物	堆肥化	平成15年	○	
		漁業系廃棄物	堆肥化	平成15年	○	
		下水汚泥	堆肥化	平成15年	○	
		水産廃棄物	堆肥化	平成5年	○	

### 2-2. 調査結果とりまとめ

- (1) 対象バイオマスの事例件数及び全事例中の比率

- ・抽出された成功事例数は 127 件であった（公表されたバイオマスタウン 318 地区※の 40%）
- ・対象としたバイオマス資源は、家畜排せつ物（24%）が最も多く、次いで、廃食用油(15%)、

生ごみ（14%）、廃材（13%）、破棄紙（11%）、食品廃棄物（10%）である。  
 ・特に、全体の80%以上の取組事例で家畜排せつ物を対象としている。

※2011年4月

表 3-2 対象バイオマス別のプロジェクト数

対象バイオマスコード	生ごみ	家畜排せつ物	下水汚泥	食品廃棄物	廃食用油	水産廃棄物	し尿	廃材	破棄紙	その他	合計
プロジェクト数	65	108	51	48	68	10	10	60	3	23	446
比率	14.6%	24.2%	11.4%	10.8%	15.2%	2.2%	2.2%	13.5%	0.7%	5.2%	100.0%
事例件数に対する割合	51.2%	85.0%	40.2%	37.8%	53.5%	7.9%	7.9%	47.2%	2.4%	18.1%	—

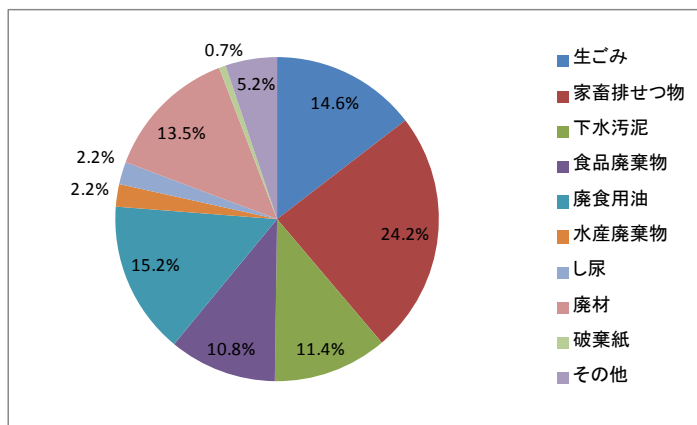


図 3-1 対象とするバイオマス資源の割合（延べ数）

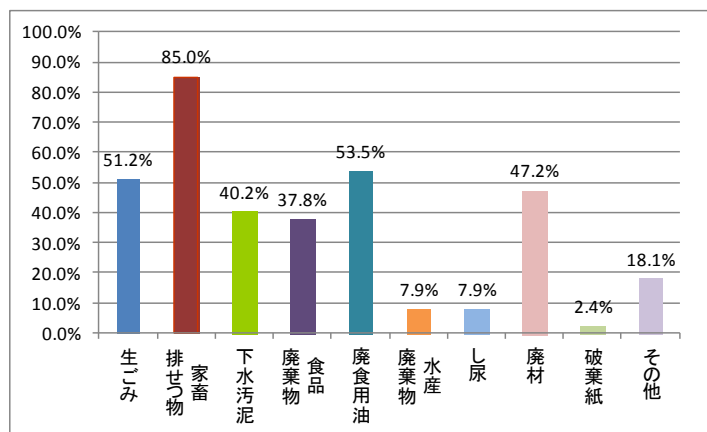


図 3-2 全事例数に対する各バイオマス資源別の取組状況

(2) 利活用方法の全件数と全事例中の比率

・利活用方法は、堆肥化利用が最も多く、全体の50%以上を占める。※  
 ・その他、燃料化（17%）、BDF化（10%）等が多い。



表 3-3 利活用方法別のプロジェクト数

利用方法	堆肥化	培養土化	飼料化	BDF化	燃料化	発電原料	炭化	敷料化	原材料化	合計
プロジェクト数	235	7	22	46	78	18	3	15	22	446
比率	52.7%	1.6%	4.9%	10.3%	17.5%	4.0%	0.7%	3.4%	4.9%	100.0%

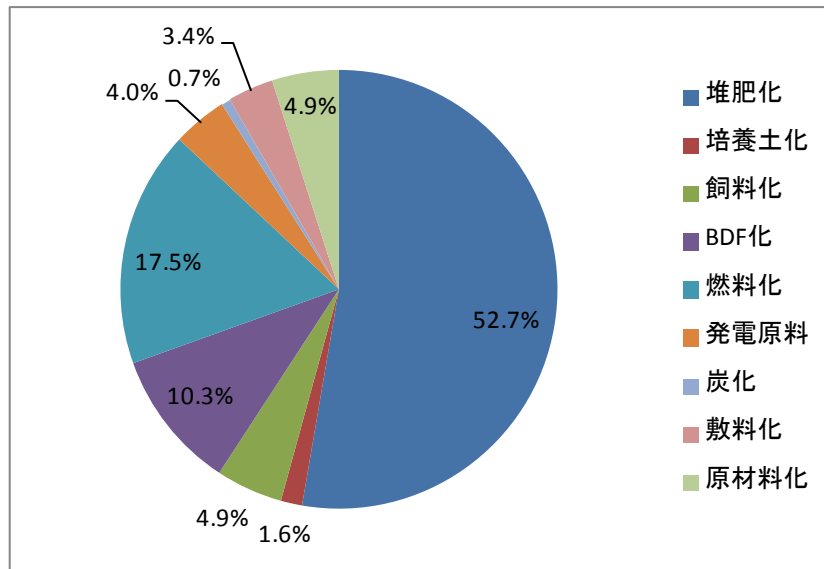
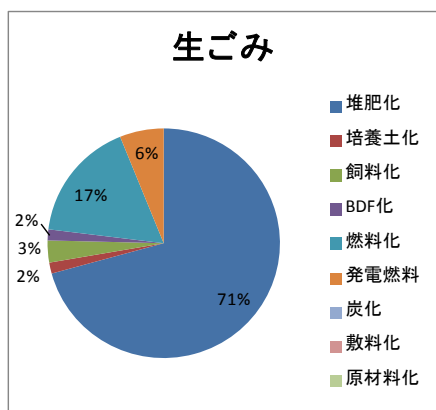


図 3-3 利活用方法別のプロジェクト数

※ 堆肥化については、1 事例中で複数の取り組み（例：畜産排せつ物の堆肥化、生ごみ堆肥化等）があることから今後内訳を確認し、全事例数に占める割合を確認する。

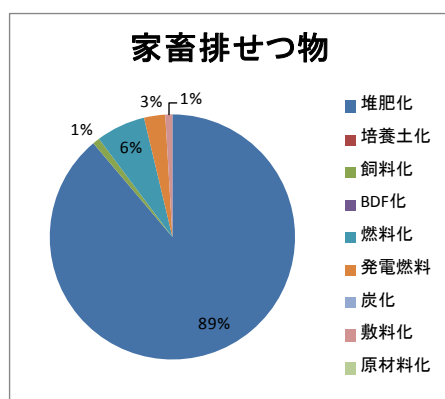
(3) 対象バイオマス別の利活用方法の件数及び比率

- ・ 生ごみ、家畜排せつ物、下水汚泥、し尿は「堆肥化」が多い。食品・水産廃棄物も堆肥化利用が多いが、一方で「飼料化」としての利活用が見られる。
- ・ 廃食用油は「BDF化」、廃材は「燃料化」が多い。



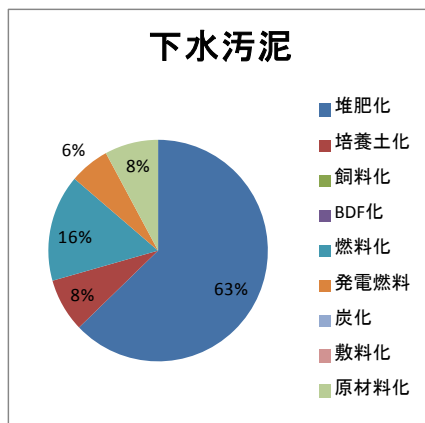
生ごみ	数量	割合
堆肥化	46	71%
培養土化	1	2%
飼料化	2	3%
BDF化	1	2%
燃料化	11	17%
発電燃料	4	6%
炭化	0	0%
敷料化	0	0%
原材料化	0	0%
合計	65	100%

図 3-4 (1/10) 生ごみ 利活用方法 (件数とその比率)



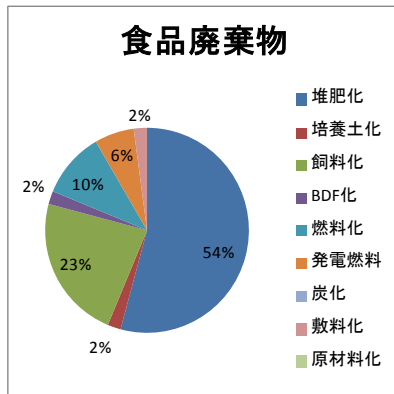
家畜排せつ物	数量	割合
堆肥化	96	89%
培養土化	0	0%
飼料化	1	1%
BDF化	0	0%
燃料化	7	6%
発電燃料	3	3%
炭化	0	0%
敷料化	1	1%
原材料化	0	0%
合計	108	100%

図 3-4 (2/10) 家畜排せつ物 利活用方法 (件数とその比率)



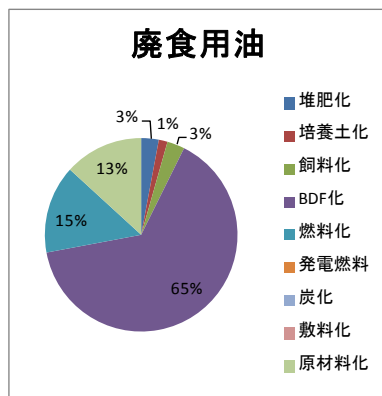
下水汚泥	数量	割合
堆肥化	32	63%
培養土化	4	8%
飼料化	0	0%
BDF化	0	0%
燃料化	8	16%
発電燃料	3	6%
炭化	0	0%
敷料化	0	0%
原材料化	4	8%
合計	51	100%

図 3-4 (3/10) 下水汚泥 利活用方法 (件数とその比率)



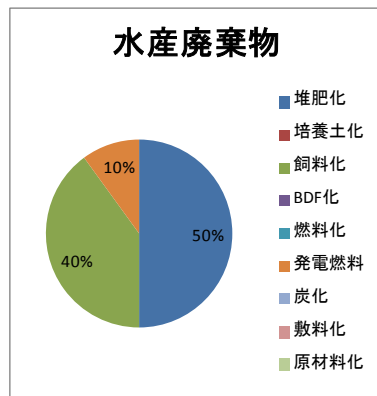
食品廃棄物	数量	割合
堆肥化	26	54%
培養土化	1	2%
飼料化	11	23%
BDF化	1	2%
燃料化	5	10%
発電燃料	3	6%
炭化	0	0%
敷料化	1	2%
原材料化	0	0%
合計	48	100%

図 3-4 (4/10) 食品廃棄物 利活用方法 (件数とその比率)



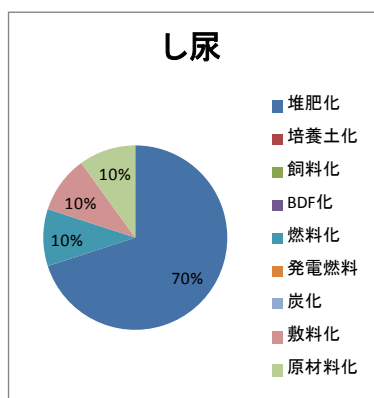
廃食用油	数量	割合
堆肥化	2	3%
培養土化	1	1%
飼料化	2	3%
BDF化	44	65%
燃料化	10	15%
発電燃料	0	0%
炭化	0	0%
敷料化	0	0%
原材料化	9	13%
合計	68	100%

図 3-4 (5/10) 廃食用油 利活用方法 (件数とその比率)



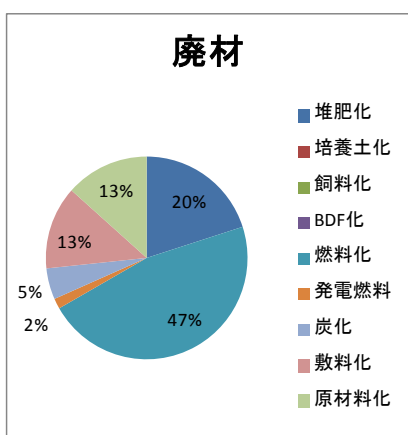
水産廃棄物	数量	割合
堆肥化	5	50%
培養土化	0	0%
飼料化	4	40%
BDF化	0	0%
燃料化	0	0%
発電燃料	1	10%
炭化	0	0%
敷料化	0	0%
原材料化	0	0%
合計	10	100%

図 3-4 (6/10) 水産廃棄物 利活用方法 (件数とその比率)



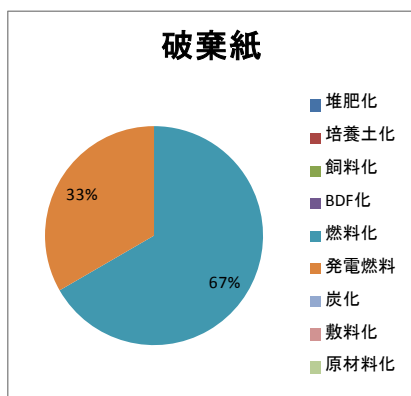
し尿	数量	割合
堆肥化	7	70%
培養土化	0	0%
飼料化	0	0%
BDF化	0	0%
燃料化	1	10%
発電燃料	0	0%
炭化	0	0%
敷料化	1	10%
原材料化	1	10%
合計	10	100%

図 3-4 (7/10) し尿 利活用方法 (件数とその比率)



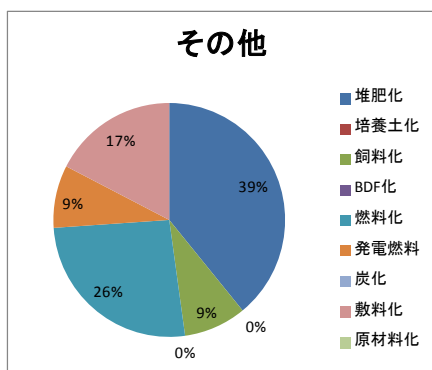
廃材	数量	割合
堆肥化	12	20%
培養土化	0	0%
飼料化	0	0%
BDF化	0	0%
燃料化	28	47%
発電燃料	1	2%
炭化	3	5%
敷料化	8	13%
原材料化	8	13%
合計	60	100%

図 3-4 (8/10) 廃材 利活用方法 (件数とその比率)



破棄紙	数量	割合
堆肥化	0	0%
培養土化	0	0%
飼料化	0	0%
BDF化	0	0%
燃料化	2	67%
発電燃料	1	33%
炭化	0	0%
敷料化	0	0%
原材料化	0	0%
合計	3	100%

図 3-4 (9/10) 破棄紙 利活用方法 (件数とその比率)

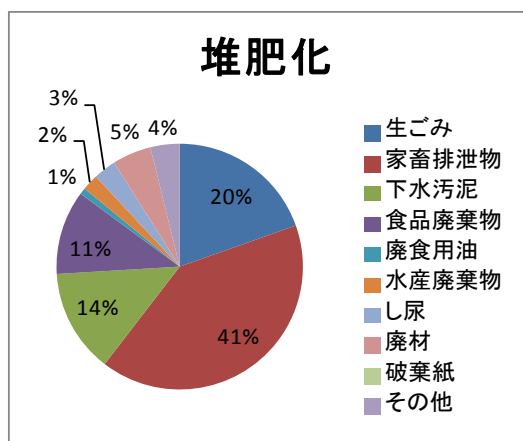


その他	数量	割合
堆肥化	9	39%
培養土化	0	0%
飼料化	2	9%
BDF化	0	0%
燃料化	6	26%
発電燃料	2	9%
炭化	0	0%
敷料化	4	17%
原材料化	0	0%
合計	23	100%

図 3-4 (10/10) その他 利活用方法 (件数とその比率)

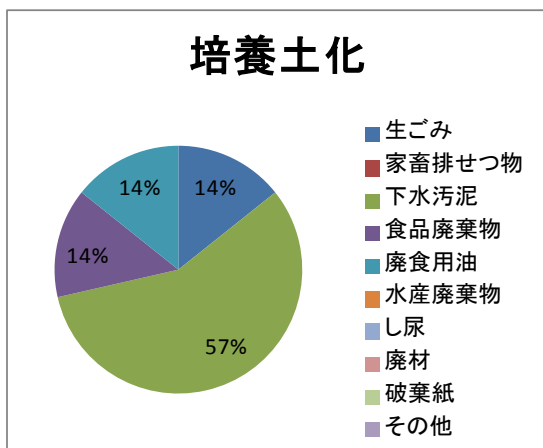
(4) 利活用方法別の対象バイオマスの件数及び比率

- ・「堆肥化」として利用されているバイオマスは家畜排せつ物が多く、次いで、生ごみ、下水汚泥、食品廃棄物である。
- ・「培養土化」は下水汚泥が多く、次いで食品廃棄物、生ごみ、廃食用油が挙げられる。
- ・「飼料化」としての利用は食品廃棄物が主である。
- ・「BDF化」は廃食用油が主な材料である。
- ・「燃料」としては廃材の他、生ごみ、廃食用油、下水汚泥等が利用されている。
- ・「発電燃料」としては、生ごみ、家畜排せつ物、下水汚泥、食品廃棄物などが利用されている。
- ・「炭化」「敷料」として廃材が用いられている。



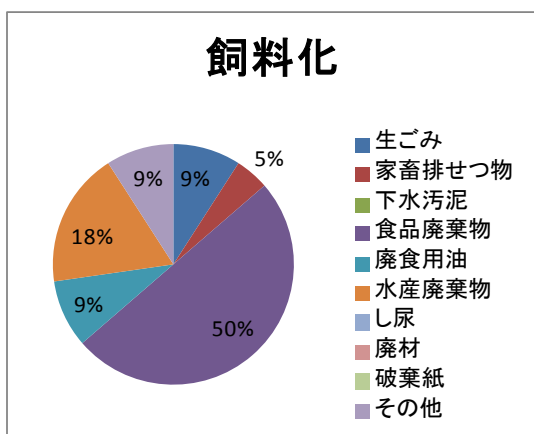
堆肥化	数量	割合
生ごみ	46	20%
家畜排せつ物	96	41%
下水汚泥	32	14%
食品廃棄物	26	11%
廃食用油	2	1%
水産廃棄物	5	2%
し尿	7	3%
廃材	12	5%
破棄紙	0	0%
その他	9	4%
合計	235	100%

図 3-5 (1/9) 堆肥化 対象バイオマス (件数とその割合)



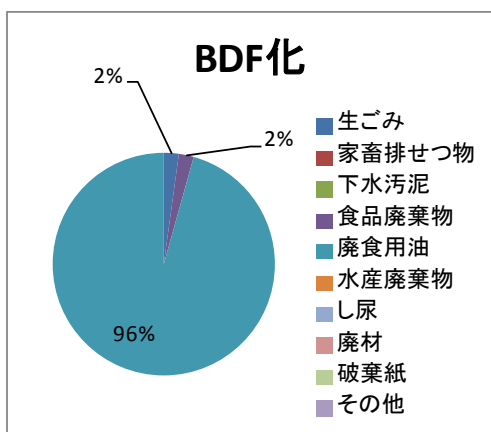
培養土化	数量	割合
生ごみ	1	14%
家畜排せつ物	0	0%
下水汚泥	4	57%
食品廃棄物	1	14%
廃食用油	1	14%
水産廃棄物	0	0%
し尿	0	0%
廃材	0	0%
破棄紙	0	0%
その他	0	0%
合計	7	100%

図 3-5 (2/9) 培養土化 対象バイオマス (件数とその割合)



飼料化	数量	割合
生ごみ	2	9%
家畜排せつ物	1	5%
下水汚泥	0	0%
食品廃棄物	11	50%
廃食用油	2	9%
水産廃棄物	4	18%
し尿	0	0%
廃材	0	0%
破棄紙	0	0%
その他	2	9%
合計	22	100%

図 3-5 (3/9) 飼料化 対象バイオマス (件数とその割合)



BDF化	数量	割合
生ごみ	1	2%
家畜排せつ物	0	0%
下水汚泥	0	0%
食品廃棄物	1	2%
廃食用油	44	96%
水産廃棄物	0	0%
し尿	0	0%
廃材	0	0%
破棄紙	0	0%
その他	0	0%
合計	46	100%

図 3-5 (4/9) BDF化 対象バイオマス (件数とその割合)



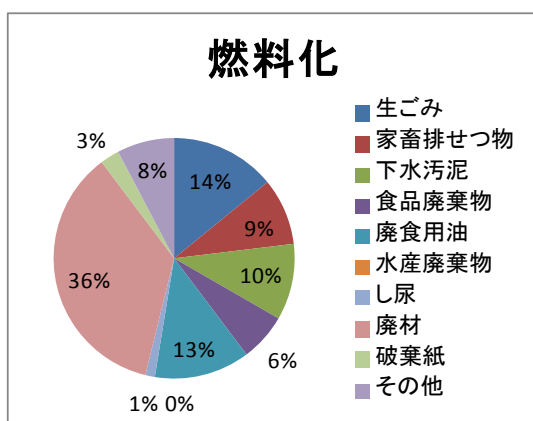


図 3-5 (5/9) 燃料化 対象バイオマス (件数とその割合)

燃料化	数量	割合
生ごみ	11	14%
家畜排せつ物	7	9%
下水汚泥	8	10%
食品廃棄物	5	6%
廃食用油	10	13%
水産廃棄物	0	0%
し尿	1	1%
廃材	28	36%
破棄紙	2	3%
その他	6	8%
合計	78	100%

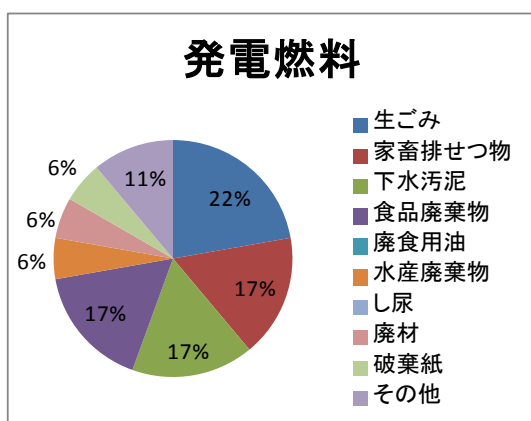


図 3-5 (6/9) 発電燃料 対象バイオマス (件数とその割合)

発電燃料	数量	割合
生ごみ	4	22%
家畜排せつ物	3	17%
下水汚泥	3	17%
食品廃棄物	3	17%
廃食用油	0	0%
水産廃棄物	1	6%
し尿	0	0%
廃材	1	6%
破棄紙	1	6%
その他	2	11%
合計	18	100%

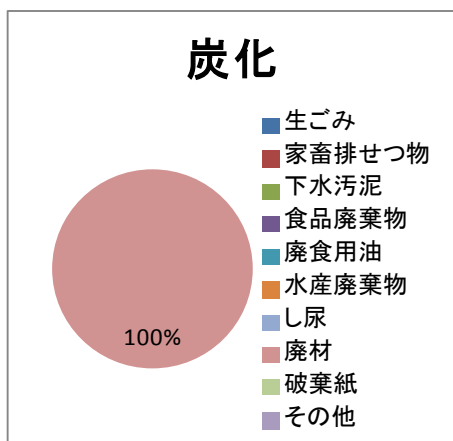


図 3-5 (7/9) 炭化 対象バイオマス (件数とその割合)

炭化	数量	割合
生ごみ	0	0%
家畜排せつ物	0	0%
下水汚泥	0	0%
食品廃棄物	0	0%
廃食用油	0	0%
水産廃棄物	0	0%
し尿	0	0%
廃材	3	100%
破棄紙	0	0%
その他	0	0%
合計	3	100%

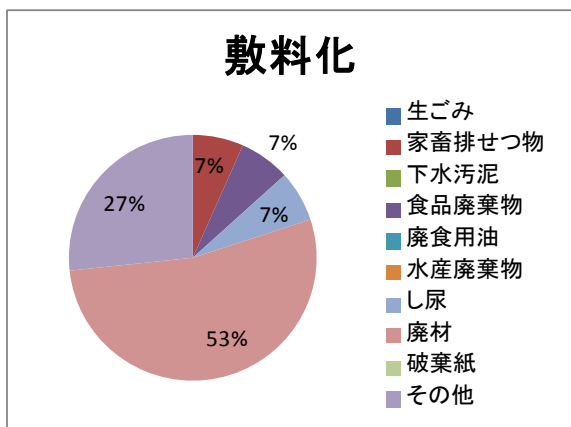


図 3-5 (8/9) 敷料 対象バイオマス (件数とその割合)

敷料化	数量	割合
生ごみ	0	0%
家畜排せつ物	1	7%
下水汚泥	0	0%
食品廃棄物	1	7%
廃食用油	0	0%
水産廃棄物	0	0%
し尿	1	7%
廃材	8	53%
破棄紙	0	0%
その他	4	27%
合計	15	100%

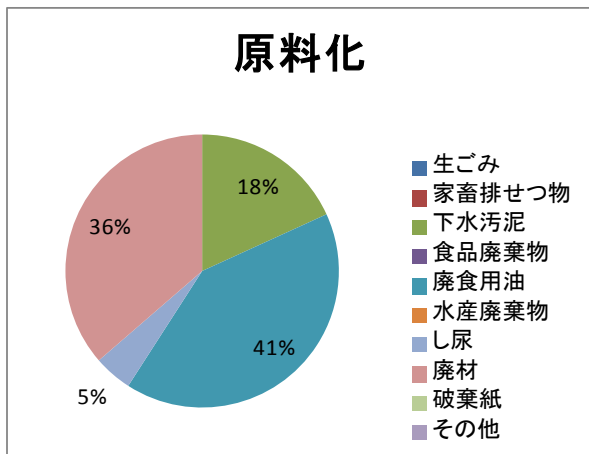


図 3-5 (9/9) 原料化 対象バイオマス (件数とその割合)

原材料化	数量	割合
生ごみ	0	0%
家畜排せつ物	0	0%
下水汚泥	4	18%
食品廃棄物	0	0%
廃食用油	9	41%
水産廃棄物	0	0%
し尿	1	5%
廃材	8	36%
破棄紙	0	0%
その他	0	0%
合計	22	100%

## 2-3. バイオマス利活用活動診断

### 1 バイオマス利用上想定される課題と対策のポイント

今後、成功事例の具体的な取り組み内容を確認し、処方箋を検討していくうえでの着眼点として、主なバイオマス資源別に、利活用上想定される課題と対策のポイントを挙げた。

#### (1) 家畜排せつ物

想定される課題
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 農家が個別に処理（堆肥化）し、独自で利用先をみつけていることもあるが、販売先確保が課題。</li><li>・ 近隣地域内での消費が少なく市域外での販売が主となる場合、運搬コストがかかることが課題。</li><li>・ 自家利用の場合（例：飼料畑への散布）等は十分な堆肥化を行わないまま散布しているケースあり。</li><li>・ 個別堆肥化では品質にばらつきがあり、製品品質の均一化、利用作物に応じた品質向上が課題。</li><li>・ 畜産農家側は定期的な処分が必要であるのに対し、堆肥利用者は利用時期が集中するため、堆肥ユーザーのニーズに応じた生産調整が求められる。</li><li>・ 農家の高齢化による出荷継続の不透明な点が課題。</li></ul>



対策のポイント
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 見かけ上は、ほぼ全量が堆肥化されているケースが多いため、利用実態を把握することが必要。</li><li>・ 堆肥利用を高めるため、利用農家のニーズを把握し、これを踏まえた堆肥品質の向上・均一化を図るとともに、農家の需要期に対応した生産・保管体制の整備を図ることが求められる。</li></ul>

## (2) 生ごみ・食品廃棄物等

### 想定される課題

- ・ 食品廃棄物等は、比較的品質が一定であり、まとまった量の収集が可能である。
- ・ 生ごみについては品質の確保（不純物の混入）に加え、安定的な量の確保が不透明などの課題がある。

### 対策のポイント

- ・ 生ごみ・食品廃棄物の利活用方法として、①飼料化、②堆肥化、③バイオガス化等の可能性がある。

①飼料化：品質が確保された上で、鶏、豚への利用が認められている。家庭生ごみは品質確保の点で困難。均一な品質が確保できれば事業所からの食品廃棄物の利用が考えられる。生産物のブランドも期待できる

②たい肥化：肥料には普通肥料（主成分が保証され、公定規格が設定されているもの）と特殊肥料（使う人が容易に品質を識別でき、組成が簡単なもの。米ぬか、魚かすなど）に分かれる。このうち、普通肥料には食品由来のものは使用されない。特殊肥料の原料になりうる。

例）山形県長井市での家庭系生ごみのたい肥化事例

○山形県長井市：人口約 3 万人

○概要：これまで焼却していた生ごみを収集し、農業から出るもみがら、畜産ふん尿とあわせコンポストセンターでたい肥化。農家は JA を通じ堆肥購入。生産された農産物は学校給食に利用される地域内循環。生ごみ、もみがらの回収、コンポスト建設費、運転管理費は市が負担、畜産ふん尿の処理費は畜産農家が負担。

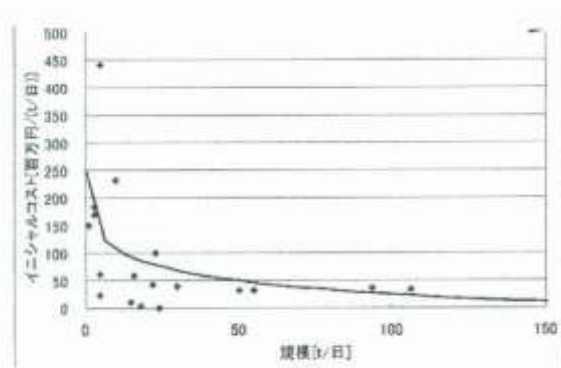
○課題

- ・ 可燃ごみ及び生ごみ回収量の変動に対する製品（堆肥）供給量安定化
- ・ 管理効率化による運営費のコスト縮減
- ・ 堆肥需要の落ち込む時期の対策（保管コストを平滑化する循環利用構築等）
- ・ 家庭ごみ排出の際の異物混入防止（市民の意識徹底）

③ガス化

メタン施設の建設費は処理規模別に右図が得られており、小規模処理量の場合には割高となる。日 50t を超えるとメリットはあまりない。

例) 北海道中空知地域での 3 施設。5 市町村でのメタンガスを発生させており、各施設処理能力は 16～55t/日、生ごみ 1 t 当たりのメタンガス発生量は 132～168 t/日、発電量は 419～400MWh。



メタン発酵施設の建設費

○課題

- ・ プラスチック、金属などの異物の混入を防ぐため、市民協力による徹底した生ごみの分別が必要。
- ・ 広域市町村による処理が可能であれば利用効果の向上が期待できるが、広域化すれば生ごみの分別徹底も困難となる。

(3) 廃食油

現状・課題

- ・ 市民活動による回収、石けん、燃料の再利用の取り組みが各地で見られる。
- ・ バイオ燃料は建設・農業機械等での利用が行われているが、トラブル例もある。

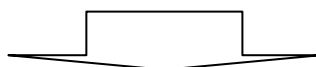


対策のポイント

- ・ まとまった量の廃食油の資源化を進めるため、学校や事業所との協力により、回収方法の効率化必要。
- ・ 各機関での利用（例：ごみ収集車、公共バス等）を進める。
- ・ 共同作業所などへの製油施設の導入を図る。

#### (4) 木質系

現状・課題
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 廃棄物系バイオマスでは製廃材、建設廃材等木質材が多く賦存しているが、未利用量も多い。</li><li>・ 製材工場からは、ア) 製紙チップ業者へ販売 イ) 自家処理 ウ) 周辺住民への提供など。</li><li>・ 樹皮などは木質ペレット化が可能となるが、需要先の確保が課題となる。</li></ul>



対策のポイント
<p>木質系の方法については、①バイオガス化、②エタノール化、③熱分解ガス化、④炭化、⑤固形燃料化、⑥燃焼化の可能性がある。バイオマスコージェネレーション導入の可能性がある。</p> <p>○課題</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 製材の収集に関しては発生者からの持込みと設定しており、収集コストの軽減化の可能性。</li><li>・ バイオマスエネルギー利用施設、ストックヤード（一時保管用地）の確保。</li></ul>

#### 2-4. 処方箋作成の基本的な考え方

廃棄物系バイオマスの利活用に関する「処方箋」については、地域のバイオマス資源の特徴、地域特性、ニーズに応じて、技術的・経済的に適切なバイオマス利活用に関する導入方策を示すことを目的とする。

処方箋の視点としては、研究課題④「バイオマス利活用促進のための技術、経済、社会的手法の開発」と同様に大きく以下の3つを考慮する。

##### 1)技術：

- ・ 種類、賦存量等バイオマスのマテリアルバランスを踏まえた処理方針
- ・ 収集・運搬の効率化・最適化（集約型・分散型等）
- ・ カスケード利用による効率的な資源活用

##### 2)経済：

- ・収集、資源化・エネルギー化、流通等に関する補助施策
- ・費用対効果、低コスト手法
- ・地域活性化・地域還元

3)社会：

- ・運営手法（官主導、民営、官民連携、住民参加等）
- ・環境負荷低減
- ・雇用創出、環境教育、産業振興、観光促進

- ・既存のマニュアル、評価書を参考としながら、具体的に以下のような項目でとりまとめていく。

1)検討手順（フロー）：評価・検討の手順をわかりやすくフロー化する

2)チェック・評価項目：対象地域のバイオマス賦存量等の現状に応じて、最適な手法や取り組み方法選定の判断基準・参考事例を整理する。

3)対応例（メニュー）：選定された手法に対し、先進事例等を参考にした対応集を作成する。内容は、可能なかぎり詳細に整理し、取り組みにあたって参考とする事例や技術手法等を整理する。

処方箋作成にあたっては、以下のような既存検討を参考にする。

- ・バイオマスタウン構想策定の手引き
- ・バイオマス利活用に関する政策評価書
- ・市町村バイオマス活用推進計画 検証マニュアル骨子案



### 3. バイオマスタウンにおける廃棄物系バイオマス利活用の成功事例調査

#### 3-1. 調査の目的

本調査の目的は、日本のバイオマス利活用技術のアジア地域への展開に向けて、よりアジア地域での環境に適応する可能性の高いバイオマス利活用技術を開発・実用化しているバイオマスタウンを選択して調査することとした。この調査地の選定に当たって、以下の二点を考慮した。

まず、日本のバイオマス利活用は広い他業種の連関があって運営されている。しかし、アジア地域の現状は、バイオマスプロジェクトを立ち上げるにあたって、プロジェクト外からの連関は期待できず、一からバイオマス利活用の循環サイクルを構築してゆくことになる。そのため、閉鎖された環境において、自足可能なバイオマス利活用循環を作り上げるプロセスが重要になるだろう。そこで、外部環境から比較的隔離された日本の島嶼部でのバイオマスタウンに注目し、島嶼における希少な資源やコミュニティの協力をどのようにバイオマス利活用に活用し、循環を形成しているのかを調べる。

さらに第二点目に、気候による違いに着目をした。アジア地域特に私たちのバイオマスプロジェクトの主眼の一つである東アジア南部、東南アジアの多くの地域は日本に比べて温暖な気候をしており、サトウキビや油やし、キャッサバなど利用されるバイオマスの種類と特徴も日本・本州とは異なっている。気温が高いため発酵などの技術に異なった工夫がみられることが期待される。また、東アジア地域に近い寒冷な島も比較のために選択を行った。以上の視点から、沖縄県宮古島、沖縄本島、鹿児島県種子島、長崎県対馬をその調査地の候補に上げ成功事例調査を行った。調査結果活用の方向性を図示すると以下のようになる。

#### 3-2. 調査対象の現況

各島のバイオマス利活用の現況をまとめると、沖縄県、鹿児島県では、サトウキビ製糖の際に排出されるバガス、糖蜜、フィルターケーキの堆肥化やバイオエタノール化などが進んでいる（表1）。さらに BDF 精製も行われており、鳥取環境大学との取組との比較が可能である。北に位置する対馬は、木質系バイオマス、廃棄物系バイオマス利活用が主軸となっている。

表 3-4 各島のバイオマス利活用の現況

名称	内容
沖縄県宮古島市 バイオマスタウン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家畜糞尿堆肥化・液肥化</li> <li>・サトウキビバイオエタノール</li> <li>・製糖バガス発電</li> </ul>
沖縄県うるま市 バイオマスタウン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家畜糞尿堆肥化</li> <li>・廃食用油燃料化</li> <li>・廃材木質系ペレット</li> </ul>
鹿児島県南種子島町 バイオマスタウン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物系バイオマス堆肥化</li> <li>・家畜糞尿堆肥化</li> <li>・サトウキビバガス堆肥化</li> <li>・廃食用油 BDF</li> </ul>
長崎県対馬市 バイオマスタウン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製材残材ペレット</li> <li>・廃食用油 BDF</li> <li>・し尿汚泥堆肥化</li> </ul>

(1) ケーススタディ 1 : 宮古島市バイオマスタウン

訪問場所 : 沖縄県宮古島市 沖縄製糖、宮古島資源リサイクルセンター、沖縄県農業研究センター宮古島支所

沖縄県で二番目に設置されたバイオマスタウンである宮古島市を訪問し、当該地のサトウキビに関する利活用状況に関する聞き取り調査をおこなった。本調査では、沖縄製糖の製糖工場とバイオマス利活用施設、宮古島市の運営する宮古島市資源リサイクルセンター、沖縄県のサトウキビの品種改良を行っている沖縄県農業研究センター宮古島支所を訪問した。宮古島バイオマスタウンは、宮古島の物資の島外依存度を減らすこと、また島内唯一の水源である地下水の汚染を防止することが切実な課題としてあり、一つの解決策として島内のバイオマス利活用事業が実施されている。

沖縄製糖では、製糖過程で排出されるバガス、ケーキ、糖蜜という副産物の利活用が廃棄されることなく行われている。バガスは 8 割がたがボイラーの燃料となり、蒸気は発電機に、廃熱は結晶化装置に利用されている。残りのバガスは、堆肥化され、サトウキビ農家に無償で配布される。糖蜜に関しては、外部タンクに蓄えられ、一部がエタノール精製工場に供給されるエタノール化実証実験が行われているが、大部分が家畜用の飼料に混合して消費されている。

宮古島市資源リサイクルセンターでは、牛糞、鶏糞堆肥を製造している。市では製糖工場からバガスやケーキを有償で購入し、畜産農家に一部を提供。牛や鶏の排せつ物とともに回収する。その後、バガスやケーキや剪定枝などを加えて、水分量を調整した後で 2 回ほど発酵させる。完成した堆肥製品は 15 kg袋あたり 350 円で販売しており、園芸の追肥や土壌改良材として利用される。堆肥の販売は良好であり、供給量以上の注文が入っている。市ではさらに生ごみからの堆肥の製造も実験的に行っているが、現在混入物が多く、事業

化前に改善が必要とされている。

沖縄県農業研究センター宮古島支所では、バイオマス利用に特化したサトウキビ品種の改良を行っており、茎径が細く、多くの茎が出てくるため、バガス部分が多くなる。また成長が早くバイオマスが多くなる特徴を有している。

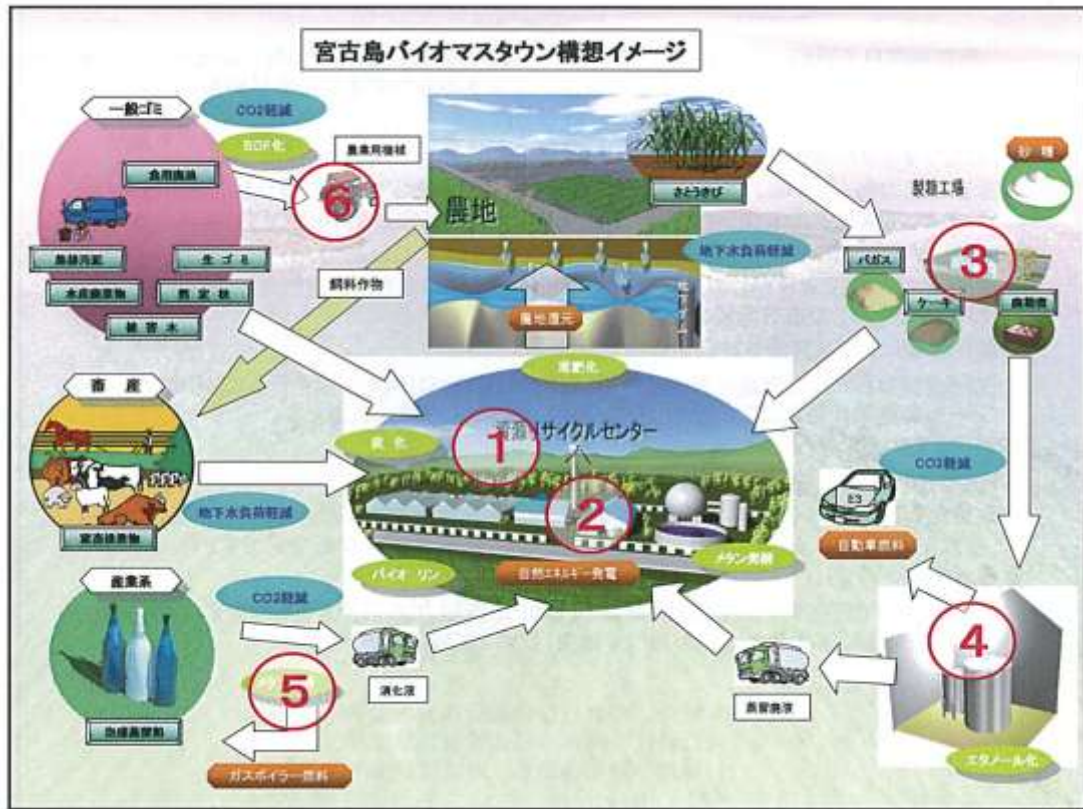


図 3-6 宮古島市バイオマスタウン



写真 3-1 運び込まれるサトウキビ



写真 3-2 製糖工場の堆肥化施設



写真 3-3 資源リサイクルセンター内観

写真 3-4 出花氏と農業研究センター実験農園

(2) ケーススタディ 2 : 沖縄本島うるま市バイオマスタウン

場所 : 沖縄県うるま市 うるま市石川庁舎、株式会社エコ・エネルギー研究所、  
株式会社バイオマス再資源化センター

うるま市バイオマスタウンは、2007年に提出された「うるま市バイオマスタウン構想」に基づき、家畜排泄物と農業残渣による堆肥生産事業を中心としたバイオマスタウン構想が策定された。構想の中では、①複合メタン処理と悪臭防止対策（家畜排せつ物、生ゴミ、作物残渣、ホテイアオイ）、②廃食用油利活用とひまわりプロジェクト（廃食用油）、③木質系・未利用系資源の混合燃料化（松くい虫被害木、い草、バガス）、④食品残渣の飼料化とブランド家畜の育成（廃パン、焼酎廃液）、⑤既存堆肥舎の有効活用と官民連携（食品残渣、下水道汚泥等）、⑥さとうきび資源からのバイオエタノール生産（廃糖蜜）を提案している。2012年現在、実用化している事業は②、③。そして市では現在⑤の実用化に向けて努力しているところである。

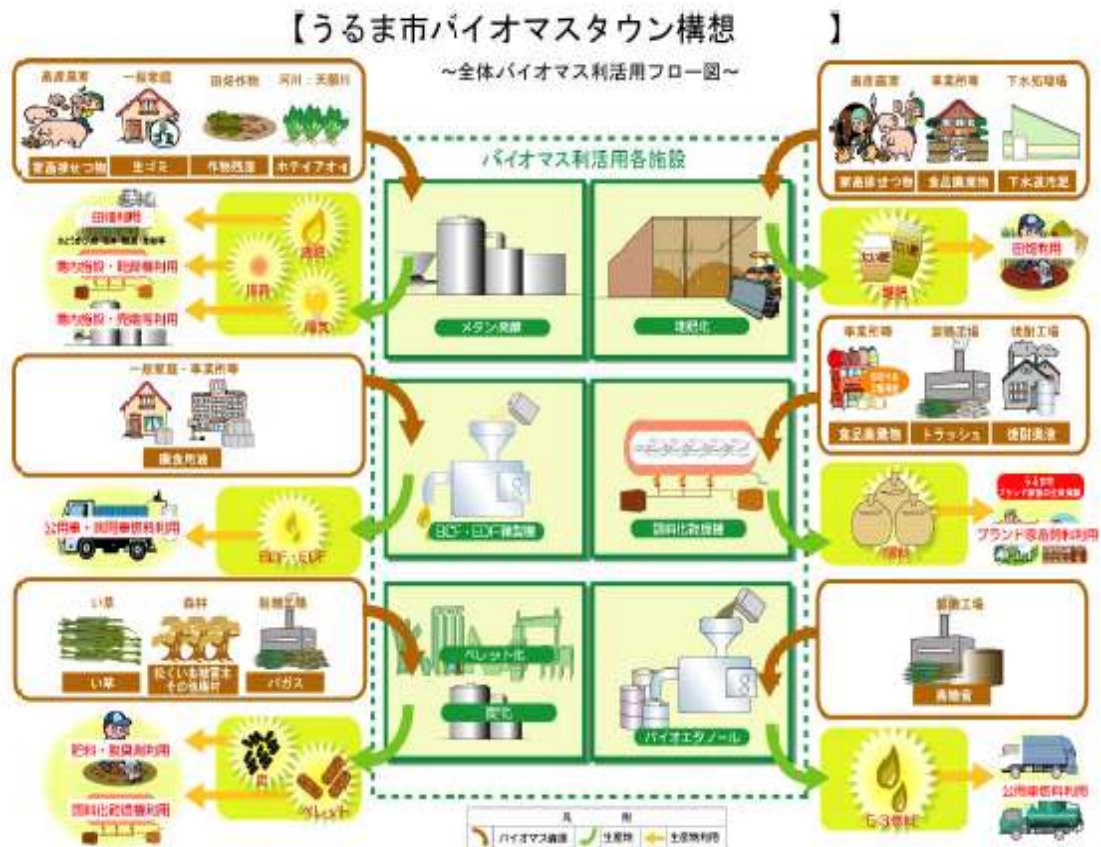


図 3-7 うるま市バイオスタウン概念図（出典：うるま市『うるま市バイオスタウン構想』）

本調査においては、実用化されている②廃食用油利活用とひまわりプロジェクト（廃食用油）、③木質系・未利用系資源の混合燃料化（松くい虫被害木、い草、バガス）の事業に関して聞き取りを行った。

株式会社エコ・エネルギー研究所はうるま市石川東恩納にある廃食用油からバイオ燃料の精製を行っている民間企業であり、一般的なメタノールとアルカリによるエステル交換反応ではなく、天然鉱石を触媒として廃食用油から燃料を精製する EDF（エコディーゼル燃料）精製法を開発し、現在重機燃料用に燃料を製造販売している。同研究所では一日当たり 60ℓ から 100ℓ ほどを精製している。





写真 3-5 エコ・エネルギー研究所 E D F 施設外観



写真 3-6 灯油・廃食用油貯留槽

原料となる廃食用油は動物性油は対象とせず、植物性の廃油を回収、買い取っている。回収ルートは 3 ルートあり、一つ目に市による回収、二つ目に民間が回収するパターン、三つ目に独自に回収するものがある。市では 4 庁舎玄関で拠点回収を行っており、月 200-300ℓ を工場に持ち込んでいる。一般からは 5 円/ℓ、工場への持ち込みは 15 円/ℓ で買い取りしている。各家庭で発生した廃食用油は小さな P E T ボトルなどの容器に入れて回収ボックスに入れてもらっている。また市内 36 自治会の内 3 自治会が回収ボックスを置いて協力している。市では今後ごみステーションでの回収も検討しているが、廃棄物関係の部署との連携が構築されていない。民間の廃棄物処理会社からの持ち込み廃油については、混入物の少ない廃食用油のみを 30-35 円/ℓ で引き受けている。病院などは独自で回収を行っている。

製造方法は昔ながらのアルカリ触媒法ではなく、廃食油：灯油=3:7 の比率で混合し、希土類ゼオライトを触媒として加温とイオン交換法により製造するもので、グリセリンを副生しない。現在の施設では 1 サイクルで 10 トンの生成が可能となっている。

平成 22 年以降、燃料に関する法律が変わり、経済産業省により公用車に入れて公道を走ってはいけないとの指示が来たため、現在では E D F を給食センターのボイラー燃料、発電機燃料や工事現場の重機燃料、トラクター燃料として使用している。性能、成分共に軽油と見劣りせず、同等の熱量があり、むしろ軽油よりも硫黄分が少なく環境によいので、許可申請をつづけている。販売価格は 60 円/ℓ 程度で混入する灯油の値段によって変動する。製造コストは十分見合っている。同社では小規模プラント（一基当たり 1500 万円）も開発、製造している。この 4 月から増産の計画があり、廃食用油 1 トンを自社で確保し、2 t を業者から購入することを考えている。安定して、高品質の油を供給してもらえるように高く買い取ることを予定している。

バイオマス再資源化センターは沖縄県うるま市宇州崎の中城湾港新港地区にある廃材を原料とした木質系ペレットを製造する民間企業である。2008 年 10 月に稼働を開始し、この施設が開設されたことにより今まで最終処分施設で焼却処理されていた建築廃材を燃料として活用できるようになった。ペレット精製施設の建設費およそ 10 億円の内 5 億円を国の「地域バイオマス利活用交付金」（1/2 までの補助）からの補助を受けている。現在、産業廃棄物処理業者として許可をとった上で、処理料金をもらい廃材を処理し、処理後の廃材をペレット化して沖縄電力の火力発電所に燃料として販売している。年間 2 万トンの廃材処理を目標にしている。



写真 3-7 バイオマス再資源化センター外観



写真 3-8 センター入り口車体計量機

同センターは現在、沖縄本島各地からの県内シェアの 40%の廃材を受け入れており、安定的な建築廃材の確保のために、米軍施設からの廃材も受け入れている。今年度は1万 5500 - 6000 トンほどの廃材の処理を行っており、日当たりの処理量は1日 8 - 9 時間の稼働で 60 トンほど。受け入れ量にはまだ余裕があり、最大 66 トン、15 時間の施設稼働が可能である。同センターは通常日中 15 名、夜勤 5 名で運営している。回収作業はせず、持込を受け入れのみにすることで処理費用を軽減させている。また、下水汚泥を混合させる実験やヤトロファの殻を混ぜる実験も同時に進めている。

経営面においては、建設廃材の処理料金と沖縄電力火力発電所への安定したペレット販売料金により収益は安定している。また政府系金融の沖縄振興開発金融公庫が筆頭株主になっており、経営面の信頼性は非常に高い。建設廃材は今年で1万 5500 トンほどを処理している。廃材の処理料金はトン当たり 10,000-13,000 円であり、少なくとも粗収入1億 5 千万円となり、さらにこれにペレットの売り上げが入る計算になる。沖縄は本土と違い火力発電所の燃料のダンピング合戦が起こり得ない有利な環境にあるが、石油や石炭などの化石燃料よりも高ければ買い手がつかないため、石炭を基準に価格設定を行っている。カロリーベースでの料金となっており、およそ石炭の 2/3 の価格で販売されている。コストについては、沖縄は火力のみに頼っているため、電気料金は高く、設備に動かす電気料金が大きなコストとなる。そこで夜間に施設を稼働することで通常より安い夜間電気料金で運用している。



写真 3-9 積置ヤードでの機械破砕



写真 3-10 積置ヤードでの機械破砕





写真 3-11 製造された木質系ペレット



写真 3-12 保管されているヤトロファ

### (3) ケーススタディ 3 : 南種子町バイオマスタウン

場所 : 鹿児島県中種子町 新光糖業株式会社 種子島本部、南種子町役場、南種子町堆肥センター、南種子町キャトルセンター、南種子町リサイクルセンター

本調査では、新光糖業株式会社種子島本部の中種子製糖工場、南種子町の運営する南種子町堆肥センター、キャトルセンター、リサイクルセンターを訪問した。南種子町バイオマスタウンは、家畜排泄物と農業残渣による堆肥生産を中心とした計画をおこなっている。島内では家畜生産が盛んであるが、そのほとんどが高齢の零細農家であるため、家畜排泄物の管理が厳格化される中で家畜排泄物処理の必要性が生まれた。そこでこの家畜排泄物とサトウキビや芋などの農業残渣を利用して質の高い堆肥を製造、島内の農作物の品質の向上、有機栽培としての付加価値を付与することで地域の活性化を目指すために実施されている。

新光糖業株式会社では、製糖過程で、バガス、ケーキ、糖蜜という廃棄物が排出されるが、バガスは 9 割がたがボイラーの燃料となり、発電機、蒸留装置につながっている。残りのバガスは、受け入れサトウキビ量に応じて、JAを通じてサトウキビ農家に無償で提供され、家畜などの敷き料に利用される。糖蜜に関しては、外部タンクにたくわえられ、2、3 割が家畜用の飼料に混合して消費されている。6 割が商社に販売され島外に輸出される。残りは発酵促進剤として肥料に用いられる。ケーキは、バガスボイラーの焼却灰と混合し、中種子町の JA の堆肥化施設に無償提供し、発酵させ、土壌改良用の肥料とされる。製糖工場から廃棄物が出ることなく有効に活用されている。

南種子町堆肥センターでは、牛糞堆肥を製造している。南種子町では、零細農家から牛糞を 500 円/t で購入し、バガス、剪定枝、バークなどと混合して発酵させ、完熟堆肥を製造している。40 日で 1 回発酵。完成した製品は 15 kg 袋あたり 300 円（「かんとりースーパーバイオ有機みなみ 1 号」）、1t バラ 6,000 円で販売しており、園芸、野菜栽培の追肥や土壌改良材として利用される。今年度は事業化の初年度となり、事業単体としては赤字となる予定であるが、1200 トンほど製造、販売した。堆肥の販売は良好であり、注文・予約が多く入っている。町ではさらに生ごみからの堆肥の製造も実験的に行っているが、量も少なくまた混入物が多く、改善が必要とされている。

南種子リサイクルセンターでは、一般家庭から排出される廃食用油を BDF 化する事業を行っている。昨年から事業を開始したが十分な人口規模がないために 600 リットル程度しか生成されておらず、リサイクルセンター場内の 2t トラックに使用するのみである。隣町の中種子町に BDF を生成する NPO があり、大口の事業者はすでに囲い込まれており、競合してしまっている状況でもあり、なかなか進展しづらい状況にある。

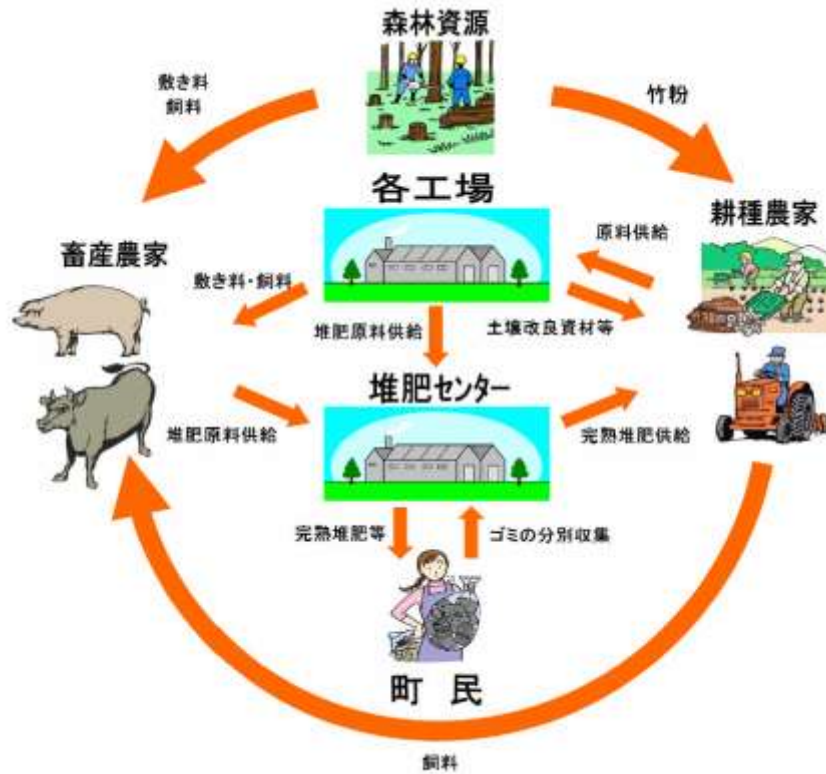


図 3-8 南種子町バイオスタウン構想図（南種子町『南種子町バイオスタウン構想書』）



写真 3-13 新光糖業 バガス搬出



写真 3-14 南種子町堆肥センター



写真 3-15 堆肥センター内部



写真 3-16 リサイクルセンター-BDF 精製装置

#### (4) ケーススタディ 4 : 対馬市バイオマスタウン

場所 : 長崎県対馬市 対馬市役所、つしまエコサービス (民間)、汚泥再生処理センター 厳美清華苑

対馬市の木質系バイオマスおよび廃棄物系バイオマスの利活用の状況に関する聞き取り調査をおこなった。調査では、廃食用油から BDF の精製を行っている民間企業つしまエコサービス、木材ペレットボイラーを導入している市営温泉施設、市営下水処汚泥堆肥化施設「厳美清華苑」を訪問した。

対馬においては化石燃料の島内価格が高く、いかに安い代替燃料を確保するかが重要な課題となっている。また高度な処理が必要な廃棄物は島外での処理施設に頼っているため、処理費用が高い。他方で対馬は日本で三番目に大きな島であり、豊かな森林資源と人口規模を有しているため、エネルギー利用に可能な十分な規模の木質系バイオマス、廃棄物バイオマスが存在する。そのため木質チップ、BDF は代替的なエネルギーとして有効に利用されている。

BDF は民間が事業を運営しており、回収量は年間 39,000ℓ ほど。現在需要は高い。林業機械、ビルメンテナンス企業、建設用機械、工事現場、ごみ収集など。市の給食の配送車 (6 台) などにも供給されており、市でも年間 5,000ℓ 程度を購入している。この背景には島内の軽油価格の高さがあり、BDF 現在販売価格は 136 円/ℓ で、島内の軽油価格 170 円/ℓ よりも安い。材料費などを含めた製造コストはℓあたり 50-60 円ほどになる。問題点は回収量であり、量が少ないために人件費を含めるとぎりぎり採算ベース。今後は一般回収で量の確保を目指す、十分な量が出ないときは宍岐や韓国から廃油を持ち込めないかと考えているという。

下水処理汚泥堆肥化施設に関しては、販路を十分に確保できない。耕地自体が少ないという不利な条件があることなどから、堆肥製品が十分に活用できないでいることが明らかになった。堆肥製品は『ありねよし 1 号』として製品化されており、製品の販売は、未包装のバラで売却する方式と、袋詰めを売却する方式がある。去年は袋で 10,000 袋を製造した。当初は定着のために無料で配り、さらに袋詰めを行って頒布し出荷は増えた。しかしその後 100 円/12kg で販売するようになると購入者は一気に減ってしまった。現在 5,000 袋が在庫として積みあがっており、収容スペースがなく、敷地内に野ざらしになってしまったものも



ある。現場サイドでは袋代程度に値段を下げて在庫を捌けてしまいたい、市議の中では、収益性を求める議論があり、100円/袋の価格が維持されている。

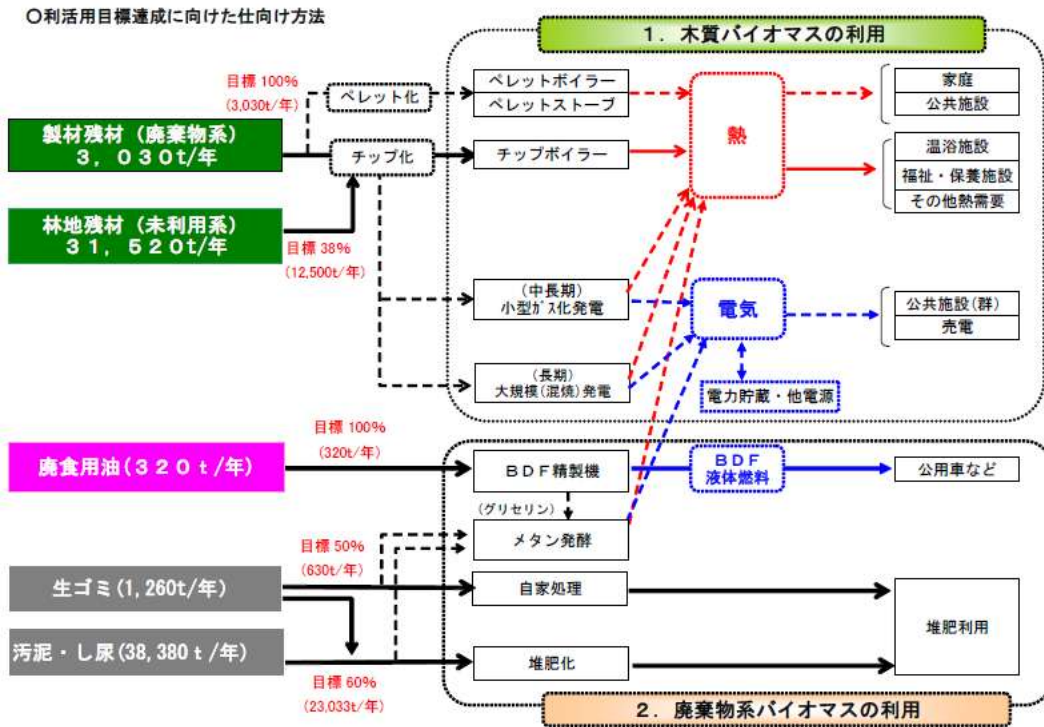


図 3-9 対馬市バイオマスタウン概要（対馬市『対馬市バイオマスタウン構想書』）



写真 3-17 つしまエコサービス工場内作業状況



写真 3-18 BDF 精製装置 2 基



写真 3-19 厳美清華苑 横ドラム式発酵装置



写真 3-20 倉庫からあふれる汚泥堆肥

## 第4章 アジア諸国で取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの展開

### 1. 調査の目的と方法

アジア地域において作られるバイオマスは国によって異なり、インドネシアやマレーシアではパームオイル、タイでは米やサトウキビ等の生産が盛んであり、それに伴う廃棄物系バイオマスが発生する。本調査では、アジア地域の廃棄物系バイオマスの発生及び利活用状況の実態把握と現地の研究機関と協力して活動を進めるためのネットワーク作りを行う。その成果として、これらの活動を通じてそれぞれの国の専門家が自分たちでバイオマス利活用に関する提案を行うとともにその活動が出来るように支援を行う。本年度は、東南アジア諸国のバイオマスの利活用状況の現況を把握するとともに、日本での廃棄物系バイオマスの利活用状況やその他廃棄物の管理状況についての情報を共有するため、タイ及びインドネシアでワークショップを開催するとともに本学にて開催されたアジア太平洋廃棄物専門家会議 (SWAPI) の機会を活用してシンポジウムを開催した。

### 2. タイでの現地視察及びワークショップ

実施日程：2011年9月4日（日）～9日（金）

訪問者：田中勝、松村治夫（鳥取環境大学）、松井康弘（岡山大学）、東中川敏（日本工営）

#### 2-1. 現地視察

##### (1) アユタヤ県精米所及び SP2 プロジェクトサイトの概要

現在、チュラロンコン大学では精米(Rice Mill)プロジェクト、SP2 プロジェクト、EGAT プロジェクトを行っている。その中で、SP2 プロジェクトについては、工学部による Green Engineering 事業、Food Innovative 事業とともに、バイオマス促進事業(Promotion of Biomass)を実施している。SP2 プロジェクトとしては、全体で 20 億バーツ（1バーツ=約 2.7 円）の事業費である。

バイオマス促進事業は、原料として廃棄物系バイオマス、廃プラスチック、廃油を用い、それらを発酵、熱分解、ガス化してバイオガス発電、アルコールやバイオオイルの精製、活性炭やチャコールブリケット、ディーゼル油などを製造するものである。回収業者からの廃油の買い取り価格は、15～20 バーツ/kg、廃プラスチック (PP や PE 等) の買い取り価格は、1000～1500 バーツ/t、廃棄物系バイオマスは 700 バーツ/t である。ごみの分別はコミュニティレベルで実施されている。タイ政府は、バイオマスを中国等へ輸出するよりは、タイ国内での利活用を進めるための発電やガス利用を奨励している。

精米量は 1 トン/時、ガス発電は 200kW 規模で、油の生成は 80kg/日程度である。売電価格は通常は 2 バーツ/kWh であるのに対し、廃棄物発電は 5 バーツ/kWh、太陽光発電は 8

パーツ/kWh と再生可能エネルギーの利用を推奨している。

同大学のバイオマスリサーチセンターは、教授 10 人、研究員 20 人、技術者 5 人等からなり、パイロットプラントの総面積は約 3500m<sup>2</sup> で、その設備費は 3.5 億バーツとなる。

## (2) 精米工場及び SP2 プロジェクト・サイトの状況

Phra NaKorn Sriayutthaya 県の精米工場の視察を行った。精米と米ぬか油の製造工程で副産物として発生するもみ殻と米ぬかを利用してガス化発電を行って場内で利用している。また、Saraburi 県の SP2 プロジェクトのサイトを視察した。現在、建屋は完成していたが、建屋内には破碎機等の一部機材が設置されているのみで、施設の稼動に向けての準備中の段階であった。



写真 4-1 SP プロジェクトの概況説明



写真 4-2 精米工場の全景



写真 4-3 ガス化発電施設



写真 4-4 精米時に生成する米ぬか



写真 4-5 米ぬか油製造設備



写真 4-6 販売用の精米





写真 4-7 精米工場での記念撮影



写真 4-8 SP2 プロジェクト・サイトの全景



写真 4-9 建設中の SP2 プロジェクト・サイト



写真 4-10 建屋内の設備の設置状況



写真 4-11 建屋内の設備の設置状況



写真 4-12 屋外設備の設置状況

## 2-2. ワークショップの内容

タイで実施したワークショップの概要を表 4-1 に示す。

表 4-1 ワークショップの概要

タイ・ワークショップ	
日時	平成 23 年 9 月 7 日(水) 9:00-12:00(午前の部) 13:30-16:30(午後の部)
場所	チュラロンコン大学、マハチュラロンコン館 105 号室
タイ側出	Kua Wongboonsin 副学長、Buncha Pulpoca 准教授、Orawan 准教授、



席者	Visvanathan 教授 (AIT)、Tharapong Vitidsant 准教授、Chiya 課長 (天然資源環境省) 他、合計約 35 名
日本側出席者	田中勝、松村治夫 (以上鳥取環境大学)、松井康弘 (岡山大学)、加納、永田 (以上 DOWA エコシステム)、東中川敏 (日本工営)
内容・講演者  午前の部	<p>開会の挨拶: Kua Wongboonsin チュラロンコン大学副学長、田中勝 鳥取大学サステイナビリティ研究所所長</p> <p>①基調講演 “Research Direction on Waste Biomass Utilization” 講師 Buncha Pulpoca 准教授 チュラロンコン大学</p> <p>②研究の意義“Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region” 講師 田中 勝教授 鳥取環境大学</p> <p>③日本のバイオマスタウン “Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan” 講師 松村 治夫教授 鳥取環境大学</p> <p>④タイの廃棄物系バイオマス “Present Situation and Potential of Waste Biomass Utilization in Thailand” 講師 Chaiya 課長 タイ国天然資源環境省汚染管理局</p> <p>⑤日本のバイオマス技術解説 “Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Japan” 講師 松井 康弘准教授 岡山大学</p> <p>⑥タイのバイオマス技術解説 “Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Thailand” 講師 Orawan Siriratpiriya 准教授 チュラロンコン大学</p> <p>⑦タイの農業廃棄物系バイオマス“Management of Agricultural Waste and Residues in Thailand: Waste to Energy Approach” 講師 Chettiyappan Visvanathan 教授 アジア工科大学</p> <p>⑧チュラロンコン大学バイオ燃料プロジェクト“Promotion of Using Biomass for Fuels and Chemicals Production under SP” 講師 Tharapong Vitidsant 准教授 チュラロンコン大学</p>
午後の部	<p>①バイオマス灰利用 “Waste Biomass Utilization Research” 講師 Manaskorn Rachakornkij 博士 チュラロンコン大学</p> <p>②未乾燥汚泥による稲の栽培 “Using Moist Sludge from Community Wastewater Treatment for Growing Rice” 講師 Nuta Supakata 博士</p> <p>④バイオマス廃棄物起源吸着剤によるホルムアルデヒド吸着効果 “Removal of Formaldehyde from the Indoor Environment by Absorbent from Agriculture Wastes” 講師 Wanida Jinsart 博士</p> <p>⑤バイオ燃料 “Bio Fuel and Biodiesel” 講師 Apanee Luengnaruemitchai 准教授</p>
アンケート調査	廃棄物管理、廃棄物系バイオマスに関するアンケートをワークショップで実施、結果を発表。

ワークショップの内容は以下のとおりである。

Chulalongkorn 大学副学長の Kua Wongboonsin 教授・鳥取環境大学サステイナビリティ研究所長の田中勝教授より開会挨拶があり、引き続いて記念品交換が実施された。引き続き以下に示す講演が行われた。

(1)基調講演：Research Direction on Waste Biomass Utilization (Chulalongkorn 大学、Buncha Pulpoca 准教授)

タイ国における廃棄物に関する研究の過去の歴史及び今後の動向を説明。バイオマス研究の現在の方向性は、医療系での利用、代替エネルギー源、農業利用等がある。代替エネルギー分野では、バイオディーゼル、バイオガス、アルコール（エタノール、ブタノール等）類等としての利用、農業利用としては、灰類の殺虫剤、土壌改良剤としての利活用の研究が進められている。バイオマス焼却灰については、ゼオライトの合成原料や軽量コンクリート材の原料にもなっている。また汚泥の利活用として、2011年4月から2年間のプロジェクトが実施されている。

(2)Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region (鳥取環境大学、田中教授)

アジアでの廃棄物系バイオマスの利活用に関する研究の必要性と本調査の意義についての説明があった。日本での廃棄物系バイオマスの発生状況及びその利活用状況の説明及び鳥取環境大学での取り組み事例紹介がされた。また、本調査の目的及び調査の概要（①バイオマス地域循環システムの開発②廃棄物系バイオマスの処方箋作成、③アジア地域でのバイオマス利活用事業の提案、④技術面、社会面、財務面の方法論の開発）について説明があった。

(3)Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan (鳥取環境大学、松村教授)

日本のバイオマスタウン構想について紹介するとともに、日本で発生するバイオマスの賦存量及びバイオマスタウン事業の種類についての説明がなされた。バイオマスタウン事業に取り組んでいる318市町村に対して、現時点で収集された127市町村のバイオマスタウンの廃棄物系バイオマス利活用の成功事例に関して、バイオマスの種類とその利用技術の種類について取りまとめた結果に関する説明があった。また、廃棄物系バイオマスとして最も利用事例の多い堆肥化に関する日本及びメキシコでの製造事例が紹介された。

(4)Present Situation and Potential of Waste Biomass Utilization in Thailand (天然資源環境省汚染管理局、Chiya 課長)

タイの廃棄物処分及びリサイクルに関する概要についての説明があった。タイの都市ごみの発生量は2009年現在で15.11百万トン、うち再生利用量は3.86百万トンであり、再生利用の内訳は、89%がリサイクル、7%が堆肥化・バイオガス化、Waste-to-Energyが4%である。処分の内訳は53%が不適正処分(Improper Disposed)、47%が衛生埋立であった。ごみ組成は64%が有機物(Organics)であり、以下30%がリサイクル可能物(Recyclables)、有害ごみ3%、その他3%となっている。リサイクル可能物(Recyclables)の内訳は、プラスチック17%、紙類8%、ガラス類3%、金属類・アルミ2%であった。また、バイオマスの種類別の発生量・収集率・再生の内訳(産業・電力・その他の3分類)が紹介された。タイの廃棄物戦略としては、3Rsに向けた廃棄物再生、広域処理(Clustering Management)、3RsとWaste-to-energyを統合したマネジメント、官民パートナーシップ(Public Private

Partnership) 等を掲げている。バイオマスのエネルギー利用やごみ発電は、再生可能エネルギー分野の中でも大きな開発が期待されている分野である。Waste-to-energy の関連施設としては、プーケットにあるごみ発電施設(2.5MW)と 3 つのバイオガス回収施設があり、合計で 5.075MW の能力がある。

(5)Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Japan (岡山大学、松井准教授)

戦略的廃棄物管理の実施のために開発された LCA ツールの内容及び解析結果の説明があった。日本で適用されている各処理技術のコスト・CO<sub>2</sub> 排出のポジションマップ、各種分別収集シナリオのコスト・CO<sub>2</sub> 排出量の評価結果が紹介された。ツールでは、各種の計画諸元を設定すれば、様々な政策・技術オプションに対して単位処理量当たりのコストと温室効果ガス排出量等の環境負荷が導出され、それらのオプションの比較に利用することができる。対象国でのデータをインプットすることで、地域特性にあった処理方法の選定のツールのなるとのことであった。

(6)Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Thailand (Chulalongkorn 大学 Orawan 准教授)

廃棄物系バイオマスの利用方法として、タイではエネルギー利用、バイオプラスチック、土壌改良剤、有機肥料などがあり、これらの研究についての詳細にわたる紹介が行われた。

(7)Management of Agricultural Waste and Residues in Thailand: Waste to Energy Approach (Asian Institute of Technology, Prof. Chettiyappan Visvanathan 教授)

タイの廃棄物系バイオマス及び残渣の管理のため、エネルギー利用が検討されている。農業廃棄物は、農業残渣と家畜糞尿に区分されるが、タイでは農業残渣は、さとうきび、パーム油、米の生産工程から発生するものが多くを占め、豚、鳥、牛などの家畜糞尿が多くの割合を占めている。その事例としてクリーン・タイ・バイオガス事業があり、ここではキャッサバの製造工程から発生する廃水の嫌気性処理を行っている。また、Dan Chang Bio Energy New Scheme として、さとうきびの製造工程で発生するバガスをメタン発酵して 40MW 規模の発電を行っている事例が紹介された。

(8)Promotion of Using Biomass for fuels and Chemicals Production under SP (Chulalongkorn 大学、Tharapong Vitidsant 准教授)

現在、チュラロンコン大学で実施されている SP2 プロジェクトの概略について紹介があった。SP2 プロジェクトでは、都市ごみの廃棄物系バイオマス、プラスチックごみ、廃食用油などを用いて、発酵、熱分解、ガス化などのプロセスによりエネルギー利用やマテリアルリサイクルを実施するための施設を建設中である旨等の説明があった

(9)タイ専門家による最新の研究のプレゼンテーション

タイの各専門家より、現在、実施している研究分野についての以下の発表があった。

1)Waste Biomass Utilization Research (Dr. Manaskorn Rachakornkij)

バイオマス灰の利用方法 (廃水中重金属処理用吸着剤、軽量コンクリートの材料、ゼオライト合成剤等) の紹介。

2)Using moist sludge from community wastewater treatment for growing rice

(Dr. Nuta Supakata)

生活排水での未乾燥汚泥を利用した稲の栽培について紹介があった。この研究では、稲の成長についての情報及び重金属の蓄積などについて定量的な研究がされている。

### 3) Removal of Formaldehyde from the Indoor Environment by Absorbent from Agriculture Wastes (Dr. Wanida Jinsart)

バイオマス廃棄物を利用した吸着剤によるホルムアルデヒドの効果について発表があった。

### 4) Bio fuel and Biodiesel (Assoc.Prof.Apanee Luengnaruemitchai)

パーム油からの触媒反応によるバイオディーゼルの生成及びとうもろこしの茎からのブタノールの生成について発表があった。

#### (10) アンケート調査結果の概要

午前中に配布したアンケートの集計結果が発表された。回答者は、廃棄物管理の実施に当たっては、政策、技術、社会環境（住民意識）の全ての面において課題があると考えており、各ステージにおいては、廃棄物系バイオマスの発生源での減量化、収集方法に課題があると考えている。なお、適切な技術オプションとしては、焼却、ガス化、堆肥化が挙げられており、その中でガス化や焼却分野の研究に関心があるという結果となった。また、住民との合意形成が必要な分野として焼却分野が挙げられ、合意形成には住民説明会等のインターパーソナルなコミュニケーションが必要との意見が多かった。

#### (11) ワークショップにおける協議の結果

ワークショップにおける協議結果としては以下のようになった。

- 1) ワークショップでのアンケートによると、タイ国での廃棄物系バイオマスの利活用の実施に当たっては、政策、技術、社会環境（住民意識）の全ての面において課題があるとされており、各ステージにおいては特に発生源での減量化、収集方法に課題があると考えられている。適切な技術オプションとしては、焼却、ガス化、堆肥化が挙げられており、その中でガス化や焼却分野の研究に関心があるという結果となった。
- 2) 3Rについてどのような技術オプションが良いかは一概には言えないが、焼却技術を用いたごみ発電に関してはダイオキシン問題に対処できるだけの技術がタイにはなく、維持管理費の面においても課題がある。
- 3) バイオマス発電については、農産物の生産状況に左右されるため安定した発電ができない場合がある。また、維持管理費が高く、十分な維持管理ができないケースも見られる。特に小規模のバイオマス発電については維持が難しい。
- 4) 施設の設置に際しては、施設整備費から運転費、維持管理費までを考えた総合的なフュージビリティ調査が必要である。また、住民との合意形成が必要な分野として焼却分野が挙げられ、合意形成には住民説明会等のインターパーソナルなコミュニケーションが必要との意見が多かった。
- 5) バイオマス事業の選定に当たっては、技術面のみならず社会面、財務面、技術面での総合的な評価が肝要であり、これらの研究が待たれている。



写真 4-13 ワークショップ会場



写真 4-14 副学長との記念品交換



写真 4-15 副学長との記念撮影



写真 4-16 Buncha 先生の基調講演



写真 4-17 Orawan 先生の講演



写真 4-18 ワークショップの参加者



写真 4-19 ワークショップ会場の全景



写真 4-20 ワークショップ後の記念撮影

### 3. インドネシアでの現地視察及びワークショップ

実施日程：2011年12月26日（月）－31日（土）、

訪問者：田中勝、松村治夫、佐藤伸、西田昌之（以上鳥取環境大学）、東中川敏（日本工営）

#### 3-1. 概要

インドネシア、バンドン市でのワークショップ開催及び現地視察は、当地の関係者との詳細なコミュニケーションを図り、バイオマス利活用・3Rを促進するとともに、最新の現地情報の収集、問題分析を行うために実施された。現地では、アジア太平洋廃棄物専門者会議（SWAPI）のインドネシア代表であるバンドン工科大学のエンリ・ダマンフリ教授を中心とする同大学関係者の熱心な協力のもとに、土木・環境工学部長の表敬訪問、環境工学部・大学院生ファカルティとの会合、廃棄物セミナー、バイオマス利活用ワークショップ、バンタルクバン廃棄物処理場施設の見学まで、過密なスケジュールを効率的に実施することができた。とくにワークショップでは、若手研究者を交えて盛んな議論が展開され、参加者の満足度も非常に高く、成功裏に終了した。

#### 3-2. インドネシアでの業務スケジュール

今回の訪問に際して、インドネシア滞在中に実施した業務内容を表4-2に示す。

表4-2 インドネシアでの業務スケジュール

12月27日（火）	スカルノハッタ空港（ジャカルタ）→バンドン工科大学（ITB）からの送迎→バンドン Hotel: Bumi Sawunggaling Hotel（バンドン泊）
12月28日（水）	午前：ITB 土木・環境工学部長への表敬訪問 環境工学ファカルティ・大学院生徒の会合に参加 午後：廃棄物セミナー“Treatment and Processing Technology for Municipal Solid Waste—Sharing Experiences- Japan and Indonesia”（「都市固形廃棄物の処理技術—日本とインドネシアの経験の共有のために」） 夜：会食 Hotel: Bumi Sawunggaling Hotel（バンドン泊）
12月29日（木）	終日：バイオマスワークショップ：“Waste Biomass Utilization, Sharing Experiences- Japan and Indonesia”（「廃棄物系バイオマス利活用—日本とインドネシアの経験の共有のために」） Hotel: Bumi Sawunggaling Hotel（バンドン泊）
12月30日（金）	午前：バンドンからジャカルタ近郊（ブカシ市）へ移動 午後：廃棄物関連施設視察（ブカシ市バンタルクバン最終処分場） 夕方：ブカシ市→スカルノハッタ空港（ジャカルタ） （翌日、日本到着）

バンドン工科大学での初日、12月28日（水）の午前中は、最初にバンドン工科大学の学部長室内会議室にて、土木・環境工学部長の Suprihanto Notodarmojo 教授への表敬訪問を行い、①鳥取環境大学・バンドン工科大学の概要及び研究活動の紹介、②廃棄物の利活用に関する取り組み、③インドネシア独自の取り組み、④静脈産業の展開、⑤焼却炉の問題点、⑥環境教育とごみ分別、⑦廃棄物系エネルギーの利用等に関する意見交換を行った。





写真 4-21 学部長との意見交換



写真 4-22 学部長との記念撮影

引き続き、土木・環境工学部会議室において、土木・環境学部のファカルティ・大学院生、合計 12 名に対して、①鳥取環境大学の概要及び研究活動の紹介、②廃棄物系バイオマスの利活用やその他テーマの研究活動に関する取り組み状況、③今回のワークショップの目的及び概要に関する説明が日本側よりなされた。その後、①大学間研究協力の可能性、②バイオマスの利活用の可能性、③日本で開催する国際会議へのテーマ等に関する質疑応答及び意見交換が行われた。



写真 4-23 ワークショップに関する概要説明



写真 4-24 研究活動に関する意見交換

### 3-3. 廃棄物セミナー

インドネシア側の要請に基づき、ワークショップの前日の午後を利用して、“Treatment and Processing Technology for Municipal Solid Waste—Sharing Experiences—Japan and Indonesia”（「都市廃棄物の処理技術—日本とインドネシアの経験の共有のために」）と題する廃棄物セミナーが、12月28日（水）午後、バンドン工科大学（ITB）クリア・ウムム館（Gedung Kuliah Umum : GKU）東 9231 号（3 階）マルチメディアルームにて開催された。このセミナーの主催は、バンドン工科大学（ITB）、アジア太平洋廃棄物専門家会議（SWAPI）、インドネシア廃棄物協会西ジャワ州支部（InSWA Jawa Barat）の 3 団体で、参加者は、インドネシア廃棄物協会のメンバーである行政関係者、排出事業者団体、処理業者、バンドン工科大学関係者等、合計約 60 名となった。その実施内容は、表 4-3 に示すとおりである。

表 4-3 廃棄物セミナーの実施スケジュール

開会挨拶	13:30-13:35	トリ・パドゥミ (Tri Padmi) 教授による開会挨拶
プレゼンテーション	13:35-13:55	1. “General aspect of MSW in Japan” 鳥取環境大学サステイナビリティ研究所長 田中勝 教授 2. “Alternative technology for MSW in Japan” 鳥取環境大学 松村治夫 教授 3. “Landfill improvement program in Indonesia” 公共事業省人間居住総局住環境衛生部 (PLP, Cipta Karya) スジュクルル・アミン氏 (Sjukrul Amin) 4. “Waste minimization approach in MSW management in Indonesia” インドネシア廃棄物協会西ジャワ州支部
ディスカッション	13:55-14:20	
プレゼンテーション	14:40-16:20	1. “Planning of waste handling at Legok Nangka and Nambo final disposal site” 西ジャワ州政府 インフラ住宅局 地域廃棄物研究所 2. “Co-processing as alternative treatment for MSW at Nambo final disposal site” インドセメント社 (PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.) 3. “Experiences of waste handling at Bantar Gebang (Jakarta) final disposal” ゴダン・トゥア・ジャヤ社・バンタル・ブカシ最終処分場 (PT Godang Tua Jaya, TPA Bantar Bekasi)、ダグラス・J・マヌルン氏 (Douglas J. Manurung) 4. “Experiences in landfill biogas extraction in Indonesia” ギココ・インドネシア社・ブカシ最終処分場 (PT Gikoko Indonesia, TPA Bekasi)、レオ・インドラ・ペルダナ氏 (Leo Indra Perdana) 5. “Towards a better landfill operation for MSW in Indonesia” バンドン工科大学 エンリ・ダマンフリ教授 (Enri Damanhuri)
ディスカッション	16:20-17:00	
閉会挨拶	17:00-17:05	エンリ教授による閉会挨拶

この廃棄物シンポジウムでは、日本の経験をインドネシア側と共有するため、田中勝教授が「日本の都市ごみ管理の改善」と題する講演を行い、引き続いて、松村教授が「日本の都市ごみ処理の代替技術について」、佐藤講師が「有機廃棄物の生物学的処理」と題する講演を行った。その後、インドネシア側の発表として、インドネシア政府公共事業省のエンダン課長より「インドネシアにおける埋立地処理改善プログラム」、インドネシア廃棄物協会西ジャワ支部代表者より「インドネシアの都市ごみ処理におけるごみ減量化アプローチ」と題する講演が行われ、活発な質疑応答がなされた。コーヒブレイクを挟んで、今度はインドネシア側から計 5 件の講演が行われ、最後に、①大学間研究協力の可能性、②バイオマスの利活用の可能性、③バンドン工科大学の日本におけるネットワーク、等に関する活発なディスカッションが行われた。





写真 4-25 廃棄物セミナーの出席者



写真 4-26 廃棄物セミナーでの講演

### 3-4. バイオマス・ワークショップ

翌日、12月29日(木)には“Waste Biomass Utilization, Sharing Experiences- Japan and Indonesia”（「廃棄物系バイオマス利活用—日本とインドネシアの経験の共有のために」）と題するバイオマスワークショップがバンドゥン市ブミ・サウンガリンホテル（Bumi Sawunggaling Hotel）の会議室にて開催された。このセミナーの主催は、鳥取環境大学サステナビリティ研究所で、参加者は、廃棄物系バイオマスの利活用に関わる研究者や行政関係者、事業者団体、処理業者など、合計約30名となった。その実施内容は、表4-4に示すとおりである。

表 4-4 ワークショップの実施スケジュール

開会挨拶	9:30-9:35	エンリ教授による開会挨拶
基調講演	9:35-9:55	“Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region” 鳥取環境大学サステナビリティ研究所長 田中勝 教授
バイオマス利活用の現状と可能性	10:10-11:20	1. “Present Situation of research for waste biomass utilization in Indonesia” バンドン工科大学 エドワン・カルダナ博士 (Dr. Edwan Kardena) 2. “Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan” 鳥取環境大学 松村治夫 教授、日本工営株式会社 東中川敏 3. “Present Situation and Potential of Waste Biomass Utilization in Indonesia” ラムプン大学 (Universitas Lampung) ウディン・ハサヌディン博士 (Dr. Udin Hsanudin)
ディスカッション	11:20-12:00	
廃棄物系バイオマス利活用の技術的プロセス	13:20-13:40	1. “Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Japan” 鳥取環境大学 佐藤伸 講師 2. “Gasification process for biomass Waste in Indonesia” バンドン工科大学 ヘリー・スサント教授 (Prof. Herri Susanto)
ディスカッション	13:40-14:15	
パネルディスカ	14:30-15:30	議題： How to introduce into national and local

セッション - 廃棄物バイオマス利活用の研究		governmental policies the potential of waste biomass utilization, how to promote the utilization of waste biomass, how to promote research project and international cooperation. (「国家計画、地方政策の中で廃棄物系バイオマス利活用をどのように導入してゆくべきか?どのようにバイオマス利活用を推進してゆくべきか?バイオマス利活用の学術研究、国際協力をどのように進めてゆくべきか?」)
閉会挨拶	15:30-15:40	エンリ教授による閉会挨拶

ワークショップは、エンリ・ダマンフリ教授の開会挨拶で始まり、引き続き、田中勝教授の基調講演が行われた。その後、インドネシア側と日本側が交互に、①バイオマスの利活用の現状と可能性、②廃棄物系バイオマス利活用の技術的プロセスに関する講演を行った。その後、これらの講演内容に関する質疑応答、意見交換を行うとともに、最後に、エンリ・ダマンフリ教授の司会で、今後、廃棄物系バイオマスの利活用の導入やそれに関する学術研究、国際協力をどのように進めるかについてのパネルディスカッションが行われた。



写真 4-25 ワークショップでの講演



写真 4-26 ワークショップの講演者他

このパネルディスカッションにおいて、Enri 先生より提示された議題（①廃棄物系バイオマス利活用の中央及び地方の政府施策への導入、②廃棄物系バイオマス利活用の促進、③今後、研究事業及び国際協力の促進、④バイオマス利活用の成功のキーポイント、⑤都市廃棄物を促進するための方策、について発表者を中心として意見が発表された。以下にこれらの概要を示す。

#### 1) Prof. Herri Susanto

ー現在、インドネシア政府でバイオマス利活用に経済的な支援も行って施設整備を行ってはいるが、実施に当たっては、包括的な取り組みが必要である。特に継続的に実施するために維持管理体制の確立が必要である。また、利活用されるバイオマスの準備及びインフラの提供等、運営システムの確立が重要であり、施設整備後の運営維持管理が重要である。特に廃棄物系バイオマスの確保及び製品化後の販売促進などが必要である。またモニタリングが重要であり、技術的、経済的に包括的な取り組みが必要である。

－国際協力については、日本からの様々な支援を期待している。技術面やモニタリングや管理や関連する環境教育などにも支援を期待している。

－技術面のみでなく、運営面での改善が必要であり、人材育成が重要である。また、財務面でも改善が必要である。

－廃棄物管理は各自治体によって実施されるものであり、様々な人材がかかわってくるものである。

－廃棄物もバイオマスと同様に、物質回収のみでなくエネルギー回収も期待できる。

## 2) 佐藤講師

－我々は、廃棄物系バイオマス利活用に関して、廃棄物系バイオマスから有価物に転換する様々な技術を有しているが、廃棄物系バイオマス利活用を推進するのに重要なのは、発生する廃棄物系バイオマスの種類の把握が重要である。また、それらの種類に対してどのような燃料やエネルギーへの技術が適用可能であるかを理解するのが重要である。

－日本では、資源が枯渇しており、それらを保管する意味でも多くの研究者が廃棄物系バイオマスの利活用技術について研究を行っている。特に福島原発後は、バイオマスの利活用として、エネルギー利用が検討されている。

## 3) Dr. Udin Hassanudin

－インドネシアでは、廃棄物系バイオマスの発生量は、ほぼ把握しているが、その発生源を明確でないので、確認することが重要である。バイオマスの利活用の方法としては、物質利用とエネルギー利用の2つがある。利活用の技術については、物質利用やエネルギー利用を含めてだいぶ開発されてきている、その利活用の政策をどうするかが重要である。

－廃棄物については、日本でもそうだが、環境教育が重要であると考えられる。再利用もそうだが、どのように処理するか処分するかということが重要であり、発生源での処分も重要である。

## 4) 東中川敏氏

－バイオマスの利活用は技術的には様々な技術が開発されているが、発生源での廃棄物系バイオマスの量や種類を把握するのが重要である。

－ジャカルタの廃棄物については、中間処理施設が整備されつつあるが、それらの技術に適切な廃棄物をどう収集してくるかも重要であり、発生者である住民などの環境教育と収集システムの確立と施設の整備をどう並行して進めていくかが課題である。

## 5) 松村教授

－関係者への環境教育や関係者間のコラボレーションがバイオマス利活用を進めていくために必要であると考えているが、日本では、実施に当たって、ステークホルダーへの説明や協議を多数回実施している。

－関係者間のネットワークの確立も重要である、例えば、日本では、廃食油の利活用活動については、BDFの作製に当たって、バイオマス利活用施設とともにスーパーマーケットでの消費者の協力により実施されている。

－啓蒙活動や環境教育は、廃棄物系バイオマス利活用を促進していくのに重要である。

## 6) 聴講者からの意見

－今回のセミナーの中で議論されたバイオマス利活用技術は、多分、技術的にはインドネシアで適用するのは可能である。ただ、技術的な適用性のみでなく財務面での支援も必要

であり、それを日本側に望む。利活用の啓蒙を行うことも必要であり、それには大学が実施している研究活動とともに、政府がバイオマス利活用の啓蒙活動を行うことが望ましい

#### 7) Ms. Yanti, Environmental Engineering

ーCO<sub>2</sub>の排出量の削減の面からも化石燃料の代替燃料としてバイオマスは重要である。  
ーパームオイルの生産の中で、どのように使用する水を管理するか？地球温暖化の面で、化石燃料、太陽光やバイオマスなどの発電システムを比較してどのように管理するか？

#### 8) Ms. Fodiara, Chemical Engineering

⇒バイオマスは、再生可能であるということから温暖化ガスの排出削減に貢献する。  
⇒バイオマスの利活用を考える場合でも、生物多様性を考えて実施するべきである。廃棄物系バイオマスの利活用は一つの解決策となっている(Prof. Sato)。

#### 9) 田中勝教授

バイオマス利活用プロジェクトの概要の説明資料を用いて説明後、意見を述べた。

5つの質問に関連した回答及び意見は以下の通りである。

ーどのように中央政府及び自治体にバイオマスの利活用の有効性をデモンストレーションしていくかということが、政策に反映させるための課題である。事業の実施可能性の評価に当たっては、技術面及び財務面のみになく、環境面や社会面も重要である。このためには、コベネフィットの考え方が有効であり、財務面のみになく、環境教育、温暖化削減等の面でも効果についても示していくことが重要である。

ーバイオマス利活用を促進するための、政策転換が必要であり、エネルギー利用としては、バイオマス発電の売電価格を上げて促進を図るなどの方法がある。

ーどのように廃棄物系バイオマス利活用を促進するかは技術面、財務面、社会、環境面での能力強化が重要であるとともに、効率的な収集システムの確立が重要である。

ー国際協力については、日本への協力を考えているかもしれないが、1つの国だけでなくグローバルな問題である。インドネシアとしても環境省や教育省へこのプロジェクトを説明し、ステークホルダーとして巻き込むことが重要である。インドネシア側は、発生するバイオマスについて十分な知見があり、技術的、経済面及び社会面でもバイオマスの利活用のポテンシャルがある。そこで、これらの知見を生かしたネットワーク作りが重要である。

ー処分方法を改善することが重要だと考えている。運営費については、一部は自治体から資金で賄い、それ以外については、Waste to Energyの施設を整備し売電を行うことで、処分場の運営費を賄うことができると考えられる。

ー日本では、政府高官でのハイレベルネットワークを保持しており、中央政府、自治体や研究機関のネットワークを確立してきており、SWAPIも廃棄物分野での一つのネットワークであり、その中にバイオマスの利活用が含まれる。

ー今回のワークショップに係るアンケートについては、解析・評価し、次回のワークショップに生かすとともに、環境省の報告書に掲載することとする。

ー日本では廃棄物系バイオマスの処理としては、主流である焼却とともに様々な技術が開発されている。インドネシアでは、まだ焼却が主流ではないが、今後、ごみ発電なども含めた様々なシステムの整備していくことが必要である。

### 3-5. 現地調査

日時 : 2011年12月30日(金) 14:30~16:00

場所 : TPST Bantargebang, Jl. Raya Narogong Pangkalan V Bantargebang, Kota Bekasi

Indonesia

担当者:ゴダン・トゥア社 (PT Godang Tua)、担当者, ギココ・インドネシア社 (PT Gikoko kyodo Indonesia) 他

バンドンで行ったワークショップの翌日、12月30日(金) 午後に、インドネシアの廃棄物系バイオマスの利活用に関する調査を行うために、ジャカルタ特別州の最終処分場であるブカシ市バンタルグバン区にあるバンタルグバン最終処分場の視察を行った。同処分場では、処分場の有機系廃棄物から発生するメタンガスを回収し、一部を場内で利用する電気の発電に利用し、大部分は余剰ガスとして燃焼されている。また場内には、有機系廃棄物の堆肥化施設もあって、堆肥の製造が行われていた。

#### (1)バンタルグバン処分場の概要

- |  |
|--|
| <p>(1) 正式名称 : TPST Bantargebang (位置 : ブカシ市バンタルグバン地区)</p> <p>(2) 設置年 : 1989年稼働開始</p> <p>(3) 運営会社 : ①PT. Godang Tua and Navigat (2009年より左記会社が処分場運営)、<br/>②PT Gikoko Kogyo Indonesia (処分場メタンガス回収発電事業)</p> <p>(4) 許容量 : 108ha (Zone1の高さは、現在15mだが、2023年には埋立区域の高さを60mまで拡張可能。しかし明確な拡張計画は不明)</p> <p>(5) 処理量 : 6000トン/日 (但しジャカルタ特別州とは契約上4500トン/日(2008~2011)、3000トン/日(2012~2015)、2000トン/日(2016~2023)の契約を結んでいる)</p> |
|--|



写真 4-27 最終処分場入口ゲート



写真 4-28 事務所でのブリーフィング

#### (2) 施設の概要

バンタルグバン最終処分場の施設は、主として廃棄物最終処分場(埋立区域、浸出水処理施設、処分場ガス回収システム)、堆肥化施設、ガス発電施設から構成される。施設の概略図を図4-1に示す(但し、ガス化施設、ごみ選別施設は計画中)



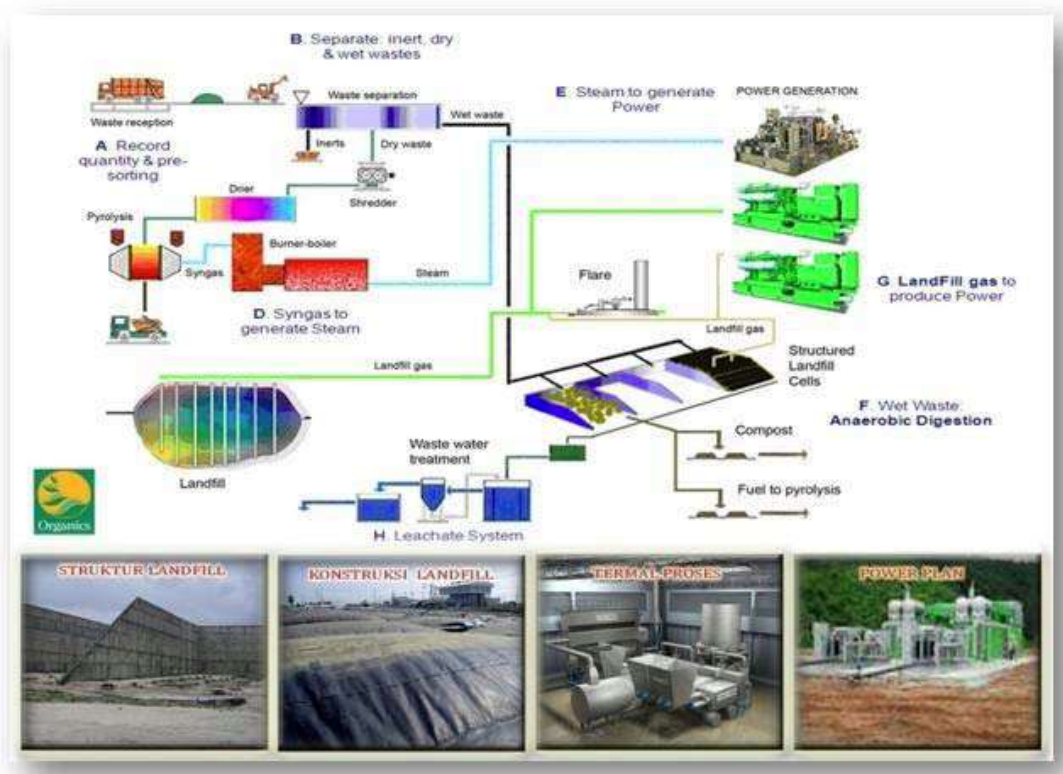


図 4-1 バンタルグバン処分場 処理過程（出典：ジャカルタ特別州清掃局）

(3) 施設運営主体

1) PT Gikoko Kogyo Indonesia

1993年に創業し、日本及び香港の投資によるエンジニアリング会社。ジャカルタ等に工場を有する。

2) PT Godang Tua Jaya

1993年に設立された会社で、施工及びび造成などの分野での建設・工事業者。

3) PT Navigat Organic Energy Ltd

CDM 事業等を手掛けている発電会社。

(4) バンタルグバン最終処分場の紛争史

2001年12月10日、処分場から環境汚染が問題化し、移転を要求する地元ブカシ市とごみを排出するジャカルタ特別州の間で「ごみ戦争」が発生。移転を要求するブカシ市と市民がバンタルグバン閉鎖をジャカルタ特別州に通告した。同月30日に、メガワティ大統領よりMOUに基づき2003年までの継続使用を行うとの最終決定がだされ、さらに地元の衛生処理設備、病院、配水管、道路などのインフラを整備することで一時的に事態は終息した。その後も、何度かの閉鎖の危機を迎えつつも、2011年現在なお、ジャカルタのごみはバンタルグバン最終処分場で処分されている。また、現在、2000人以上のウエイストピッカーが資源ごみを回収し、周辺のジャンクバイヤーなどへ売却を行って生計を立てている。2006年、埋め立て中のごみ山が崩れ、ウエイストピッカーが、生き埋めになって三人が死亡、行方不明者が多数出る事故が発生した。一方、これらのウエイストピッカーの生計向上

のため、処分場料金の一部は、近隣地域の整備（学校建設や低所得者用の住宅）などに充てられている。



写真 4-29 処分場内ウエストピッカー居住地区 写真 4-30 積み上げられる廃棄物

#### (5) 廃棄物回収工程

ジャカルタ特別州で発生する家庭廃棄物の各市清掃局（一部民間委託）による収集ごみ及び非家庭系廃棄物の処理業者による収集ごみが持ち込まれている。一部は、Sunter の中継施設（1000 トン/日）、Cakung Ciling（400 トン/日）の中継基地兼堆肥化施設で処理後にバンタルグバン処分場に搬入される。

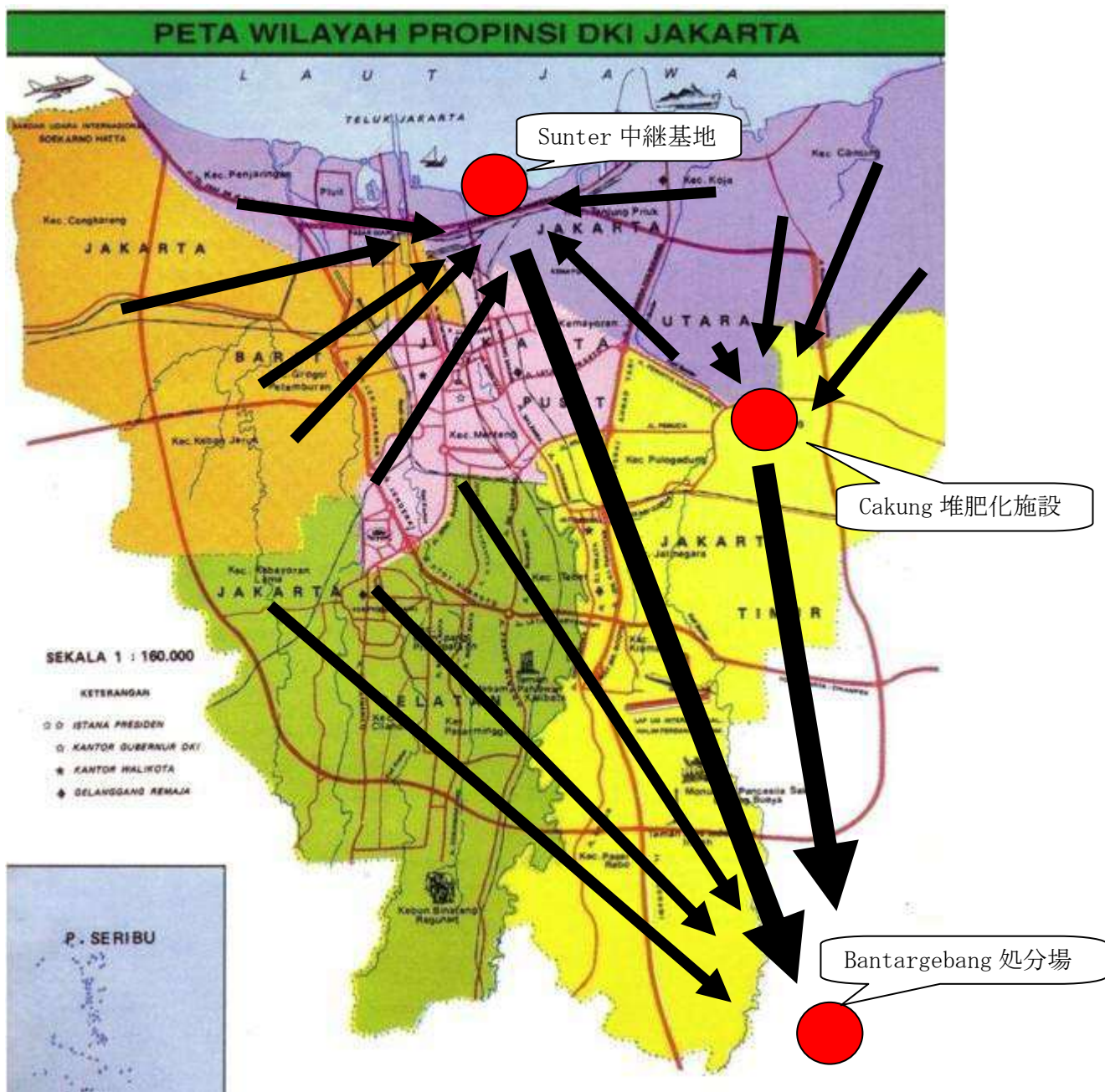


図 4-2 バンタルグバンへの廃棄物搬入ルート  
 (出典：ジャカルタ特別州より入手した地図を調査に基づいて追記)





写真 4-31 ダンプサイトの見学



写真 4-32 有価物を探すウエストピッカー



写真 4-33 有価物を探すウエストピッカー

#### (6) 処分場内ガス化施設

ガス化施設では、処分場ガス約 950m<sup>3</sup> 中、約 83m<sup>3</sup> をガスエンジンに利用。処分場ガス成分は約 CH<sub>4</sub> : 55~60vol%、O<sub>2</sub> : 0.4vol%程度。



写真 4-34 メタンガス回収サイト



写真 4-35 ガス回収のためのガス井戸

#### (7) 埋設ガス発電施設

オーストリア及びドイツの会社より購入 (8.5MW)



写真 4-36 メタンガス発電施設入口



写真 4-37 メタンガス脱湿、圧縮装置



写真 4-38 発電設備



写真 4-39 メイン制御室



写真 4-40 制御室担当とのインタビュー



写真 4-41 各発電機毎の発電量のパネル

#### (8) 堆肥化施設

処理量 500 トン/日、一次及び 2 次発酵(それぞれ 60 日、10 日間で合計 70 日間)、2000Rp/kg で売却



写真 4-42 廃棄物系バイオマスの堆肥化施設



写真 4-43 発酵済み堆肥の運搬コンベア



写真 4-44 ドラム式スクリーン



写真 4-45 堆肥化施設内での聞き取り



写真 4-46 袋詰された製品堆肥

(9) 余剰ガス焼却施設



写真 4-47 メタンガスフレア焼却施設



写真 4-48 フレア焼却システムの説明



写真 4-49 フレア焼却施設制御室



写真 4-50 制御室のコントロールパネル

(10) 浸出液処理施設



写真 4-51 処分場 浸出水処理施設



写真 4-52 処理される浸出水



#### 4. 国際シンポジウム

アジア太平洋の研究者たちの中でバイオマス利活用に対する問題意識・情報の共有化を図るとともに、本学で進めている環境省補助金研究プロジェクトの内容を紹介し、今後より大きな活動成果が得られるような協力体制を構築することを目的としてバイオマスワークショップを開催した。最初に、タイ、ネパール、フィリピン、日本、インドネシアから5名の専門家がそれぞれの国のバイオマス利活用の状況を報告。その後、本学が行ったバイオマスタウンの調査内容についての報告、その後、タイ及びインドネシアで本学が両国の専門家と連携して開催した2つのワークショップの報告があり、最後にパネルディスカッションが行われた。

各国からの発表として最初にチェティヤパン・ヴィスヴァナパン先生から、タイでのバイオマス利活用を進めるための方法として都市ごみの嫌気性発酵技術によるエネルギー回収の必要性についての報告がなされた。CDMプロジェクトとしてタイでこの技術が適用されているのは排水処理分野のみであり、今後は、廃棄物分野でも温室効果ガスの排出を防止するとともにエネルギー回収を進める CDM プロジェクトの実施が重要であることが示された。

次にスルヤ・マン・シャカ先生からネパールの有機廃棄物に対する政策と法制度についての報告がなされた。ネパールでのバイオマス利活用を推進するためには都市廃棄物以外の産業廃棄物の管理・規制方法を確立するとともに、環境影響に関する基準を設け、資金を投入していくための政策や法制度の整備が重要であることが紹介された。

アルバート・マガラン先生からは、精米工場における燃料としてのバイオマス利活用についての報告が行われ、フィリピンで最も容量の大きいバイオマス資源である籾殻を燃やして精米工場の電力として利用していくことの重要性が紹介された。

岡山朋子先生からは、名古屋市と札幌市のバイオマスタウン計画の比較に関する報告がなされた。両市の食品廃棄物のリサイクル状況について紹介すると共に、両市民を対象として食品廃棄物の処理方法やリサイクル方法に関する意識調査を行った結果として、更なる利活用を進めるためには市民の意識改善とそのための普及啓発が必要であることが報告された。

さらに、エンリ・ダマンフリ先生からインドネシアの農村で進めている牛糞を利用した小型バイオガス消化槽の開発に関する報告が行われた。低コストで効率的なバイオマス利活用技術を開発することによりバイオガスが代替燃料として活用可能となり、その結果として民生の向上や環境汚染防止に寄与することが紹介された。

コーヒーブレイク後は、まず本学の西田昌之研究助手により、宮古島バイオマスタウンにおけるサトウキビ産業から出る有機系廃棄物の利活用に関する現地での聞き取り調査結果の報告がなされた。さらに本学と共に行ったタイでのワークショップの様子をオラワン・シリラットピリヤ先生が、またインドネシアでの様子をエンリ・ダマンフリ先生が紹介され、これらのワークショップを通じて、両国の研究者間のバイオマス利活用の現況と課題についての情報提供と意見交換が行われ、非常に有益であったことが報告された。

最後にパネルディスカッションが行われ、コミュニティ参加型のバイオマス利活用システムの研究、バイオマス利活用技術の情報共有のためのシステムづくり、アジアという地

域に根差した簡便かつ安価な利用技術を作り出すことの重要性など、活発な意見交換が行われた。

表 4-5 第 10 回アジア太平洋廃棄物専門家会議バイオマスセッション実施概要

第 10 回アジア太平洋廃棄物専門家会議バイオマスセッション	
日時	2012 年 2 月 22 日 (水) 9:30 ~ 13:00 (210 分)
場所	鳥取県鳥取市 とりぎん文化会館小ホール第 5・6 会議室
内容・講演者	<p>テーマ:「アジア地域での廃棄物系バイオマス利活用研究をどのようにして推進するか？」</p> <p>座長: Enri Damanhuri(バンドゥン工科大学土木・環境科学部教授、インドネシア)、</p> <p>副座長: 副田 俊吾 (日本工営株式会社環境事業部環境技術部課長、日本)</p> <p>コーディネータ: 佐藤 伸 (鳥取環境大学環境マネジメント学科講師、日本)</p> <p>パネリスト:</p> <p>Chettiyappan Visvanathan (アジア工科大学環境資源開発学部教授、タイ)</p> <p>Surya Man Shakya (ポカラ大学環境科学・管理学部教授、ネパール)</p> <p>Albert Magalang (環境天然資源省環境管理局環境管理専門官、フィリピン)</p> <p>岡山 朋子 (名古屋大学エコトピア科学研究所講師、日本)</p> <p>Orawan Siriratpiriya (チュラロンコーン大学環境研究所准教授、タイ)</p> <p>Yong Feng Nie (清華大学環境科学工学科教授、中国)</p> <p>西田 昌之 (鳥取環境大学サステナビリティ研究所助手、日本)</p> <p>使用言語: 英語</p>

表 4-6 バイオマスセッションのプログラム

**The 10th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands**

**Workshop 2, Feb. 22, 2012 (Wednesday)**

**Venue 1: Torigin Bunka Kaikan, Conference Room 5&6**

Time		Presenter	Title of Paper
<b>9:30</b>	<b>13:00</b>	<b>Workshop on Waste Biomass Utilization</b> <b>Chair: Enri Damanhuri (Indonesia) and Shungo Soeda (Japan)</b>	
9:30	9:45	Chettiyappan Visvanathan	Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste for Energy Recovery: Status in Thailand
9:45	10:00	Surya Man Shakya	Policy and Legislation for Organic Waste Management in Nepal
10:00	10:15	Albert Magalang	Utilization of Biomass as Fuel Substitute in Rice Mills
10:15	10:30	Tomoko Okayama	A Comparative Case study of “Biomass Town Plan” in Nagoya and Sapporo
10:30	10:45	Chrisanty Andanawari, Enri Damanhuri*	Development of Small Biogas Digesters from Cow Manure at Wanakerta Village, Karawang District (West Java Province), Indonesia

10:45	11:00	<b>Break</b>
11:00	13:00	<b>"To Promote the Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region"</b> Report of the waste biomass workshop in Thailand and Indonesia
		Comments and Discussion: How to promote waste biomass utilization in Asian region (Commentator: Orawan Siriratpiriya, Yong Feng Nie and Masayuki Nishida)



## 第5章 バイオマス利活用促進のための技術的手法の開発

### 1. 収集運搬に関する手法（国内自治体を事例とした事業系食品廃棄物・家庭系生ごみ分別収集のシナリオ評価）

#### 1-1. 目的

本章では、アジアにおけるバイオマス利活用に向けた参考情報として、日本国内の家庭系生ごみ・事業系食品廃棄物の収集・運搬過程に焦点を当て、その効率の収集・運搬体制の設計に資する情報基盤を整備することを目的とした。具体的には、家庭系生ごみ・事業系食品廃棄物の収集・運搬車両の追跡調査により作業実態調査を実施し、GPS(全地球測位システム)及びGIS(地理情報システム)ソフトウェアを援用してその運行軌跡データを取得・解析し、収集・運搬の作業時間・走行速度の作業実態に係る基礎データを整備した。また、事業系食品廃棄物の堆肥化事業に取り組んでいる松山市を事例として、事業系食品廃棄物の収集対象事業者の拡大・収集頻度の変更、家庭系生ごみ分別収集の導入、といった様々な条件を想定した分別収集シナリオを設定し、その経費面、環境負荷面、収集効率面の得失を定量的に評価することとした。

#### 1-2. GPS/GIS を援用したごみ収集・運搬車両の作業実態調査

##### (1) 調査概要

調査では、事業系食品廃棄物・家庭系生ごみ等の収集・運搬車両の走行速度、作業時間等の作業実態を把握することを目的とし、ごみの収集・運搬車両にGPSロガーを設置して運行軌跡データを収集するとともに、車両の追跡調査を実施して作業時間データ等を収集した。

##### (2) 調査対象

調査は、松山市及び東温市・松前市で事業系食品廃棄物の収集・運搬を実施しているA社の車両、家庭系生ごみの収集・運搬を実施した松山市直営車両を対象とした。また、比較対象として家庭系の可燃ごみの収集・運搬車両についても調査することとし、生ごみ分別収集を試験的に実施したII地区、IV地区、及び生ごみ分別収集を実施しなかったI地区、III地区の担当車両についても調査を行った。調査対象とした品目、地域、事業者、調査年月日、GPSを設置した調査台数等の概要は表5-1にまとめて示した。なお、追跡調査は各調査日あたり1台を対象としてビデオ撮影によって作業実態を記録した。

##### (3) 調査方法・項目

本検討において実施した調査項目と取得したデータを表5-2にまとめた。運行軌跡データは、Transystem社製GPSロガーi-Blue 747を収集車両の運転席屋根部分に取り付けることにより取得した。調査に使用した機材の取り付け状況を写真5-1、写真5-2に示した。

表5-1 ごみ収集・運搬車両の作業実態調査の概要

対象品目	対象地域	事業者名	調査年月日	車両台数
事業系生ごみ	松山市全域及び東温市・松前市の一部	A社	2010/7/9	3台
家庭系生ごみ	IV地区(モデル地区)	松山市直営	2010/11/18	1台
家庭系可燃ごみ	I地区	B社	2010/12/4	7台
家庭系可燃ごみ	II地区(モデル地区)	C社	2010/12/6	5台
家庭系可燃ごみ	III地区	D社	2010/12/11	4台
家庭系可燃ごみ	IV地区(モデル地区)	E社	2010/12/13	3台

また追跡調査では、後続車両内からハンディカメラを用いて作業実態を記録するとともに、収集車両積み込み口上方に小型カメラを設置し、積み込み作業の詳細な作業実態を録画記録した。後日、ハンディカメラ及び小型カメラの録画記録等から目視により各排出地点での作業速度、積み込み袋数等を計測・記録した。

なお、収集・運搬作業は、事業所・処理施設から最初の排出地点まで移動する「往路走行」、最初の排出地点に到着してから最後の排出地点を出発するまでの「収集」、最後の排出地点から処理施設まで移動する「復路走行」、処理施設でゴミを積み下ろす「積下」に大別される(図 5-1)。また、収集は①停車・降車→②積込→③乗車・発車→④次の排出地点へ移動、のサイクルを繰り返す。本章では①～③の作業を「積込」、④の作業を「移動」とした。また積込については、さらに②の作業に係る時間を「実積込時間」、その他の作業(①～②、及び②～③)に係る時間を「作業準備時間」に分類し、こうした作業区分別に時間・距離等を記録・解析することとした(図 5-2)。

取得した運行軌跡データは、GIS ソフトウェア(ESRI 社 ArcInfo 9.3)を用いて上記時間区分別の走行距離・走行時速を測定した。収集量については、トラックスケールデータから 1 往復毎の収集重量を把握した。

作業時間記録の例、GPS データの例、走行軌跡データの例をそれぞれ表 5-3、表 5-4、図 5-3 に示した。

表 5-2 調査項目

調査方法	調査項目
GPSによる運行軌跡のデータの取得	運行軌跡 走行速度 走行距離
追跡調査	施設出発時刻 排出地点到着時刻 実作業開始時刻 実作業終了時刻 排出地点出発時刻 施設到着時刻 計量開始時刻 計量終了時刻 積み込み袋数 作業実態記録
その他	搬入重量 搬入施設名 事業所名 使用車種 積載量 車両番号 乗車人数 天候



写真 5-1 GPS 取り付け状況①



写真 5-2 GPS 取り付け状況②

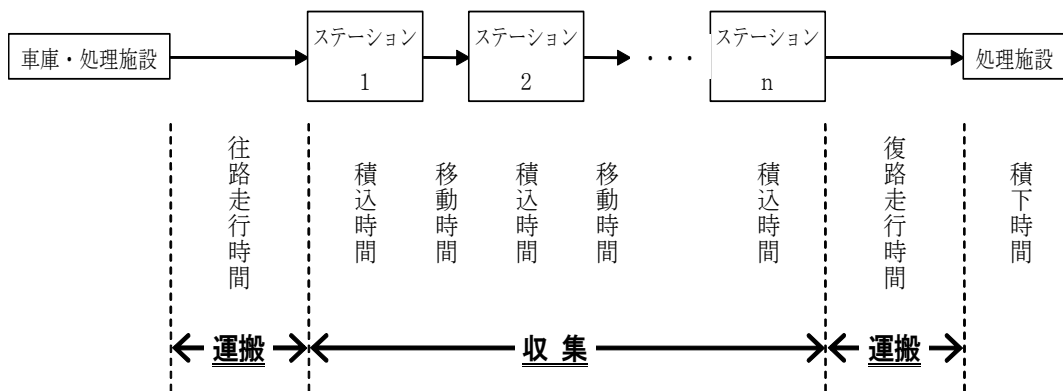


図 5-1 作業時間定義



図 5-2 積込作業時間の定義

表 5-3 作業時間記録の例

自治体名	松山市	施設到着時刻	8時39分27秒	給油所到着時刻	
品目	可燃ごみ	計量開始時刻 1	8時39分31秒	給油開始時刻	
号車	733	計量終了時刻 1	8時40分09秒	給油終了時刻	
回数	2	待機開始時刻		給油所出発時刻	
車種	3000kgバッカー	待機終了時刻			
天候	くもり	搬入開始時刻		車庫到着	
		搬入終了時刻		車庫到着時刻	8:54:26
車庫出発		計量開始時刻 2		休憩	
車庫出発時刻	7:44:35	計量終了時刻 2		休憩開始時刻	
出発地	西クリーンセンター	施設出発時刻	8時42分21秒	休憩終了時刻	
		搬入施設名	西クリーンセンター		

NO.	停車時刻	開始時刻	終了時刻	発車時刻	次のステーションまで 徒歩移動	人数	解析除外	備考	収集袋数
1	7時54分34秒	7時54分41秒	7時57分27秒	7時57分36秒	徒歩	2			102
2	7時58分01秒	7時58分08秒	7時59分09秒	7時59分29秒	車	2			74
3	8時00分11秒		8時01分41秒	8時01分53秒	車	2			45
4	8時04分50秒	8時04分58秒	8時06分00秒	8時06分19秒	車	2		追跡車両待ちあり	57
5	8時06分47秒	8時06分52秒	8時07分54秒	8時08分12秒	車	2		違反シールあり	29
6	8時08分29秒	8時08分41秒	8時09分03秒	8時09分10秒	車	2			34

表 5-4 GPS データの例

RCR	DATE	Localtime	VALID	SPEED	HEADING	PDOP	HDOP	NSAT (US DISTANCE
T	2010/12/3	7:00:34	SPS	0.002 km/l	212.2925	1.5	0.97	9(11) 0.00 rr
T	2010/12/3	7:00:35	SPS	0.130 km/l	212.2925	1.5	0.97	9(11) 0.01 rr
T	2010/12/3	7:00:36	SPS	0.138 km/l	212.2925	1.5	0.97	9(11) 0.05 rr
T	2010/12/3	7:00:37	SPS	0.862 km/l	212.2925	1.5	0.97	9(11) 0.06 rr
T	2010/12/3	7:00:38	SPS	1.235 km/l	212.2925	1.5	0.97	9(11) 0.25 rr
T	2010/12/3	7:00:39	SPS	2.368 km/l	212.2925	1.22	0.95	9(11) 0.35 rr
T	2010/12/3	7:00:40	SPS	5.759 km/l	212.2925	1.22	0.95	9(11) 0.68 rr
T	2010/12/3	7:00:41	SPS	11.986 km.	291.0666	1.22	0.95	9(11) 2.73 rr
T	2010/12/3	7:00:42	SPS	16.710 km.	269.6067	1.5	0.97	9(10) 4.06 rr
T	2010/12/3	7:00:43	SPS	19.504 km.	266.1178	1.5	0.97	9(11) 5.10 rr

#### (4) 調査結果

##### 1) 往復走行速度

事業系食品廃棄物の往復走行について、実地調査により得られた基礎データから平均走行速度を算出した結果、A社の平均走行速度は29.39km/hであった。

また、家庭系ごみの往復走行について、地域別平均走行速度を表5-5に示した。往復走行速度の平均は26.35～32.98km/h、全体の平均速度は29.11km/hであり、人口密度や道路幅員などの地域特性によって地域差があるものと考えられた。



図 5-3 走行軌跡データの例

##### 2) 積込作業時間

収集品目別のごみ袋一袋あたりの平均の積込時間、平均作業準備時間、及びごみ袋一袋あたりの重量を表5-6に示した。また、参考までに他の自治体での家庭系生ごみの測定事例についても併せて示した。事業系食品廃棄物では、一袋あたりの重量が約8kgと家庭系可燃ごみ2.6kgの約3倍となっており、一袋あたりの積込時間も家庭系の可燃ごみより長いことが明らかとなった。また、事業系食品廃棄物は屋内に保管されることも多く、場合によっては施設されている保管場所の解錠が

表 5-5 家庭系ごみの往復走行の地域別平均速度

地区別走行速度	走行速度(km/h)	N
I 地区	30.2	65
II 地区	26.35	102
III 地区	26.9	117
IV 地区	32.98	66
全体	29.11	350

表 5-6 収集品目別の平均の積込時間・作業準備時間

	一袋あたりの積込時間 (秒/袋)	作業準備時間 (秒/箇所)	一袋あたりの重量 (kg/袋)
事業系食品廃棄物 (注1) (パッカー車)	6.43	64.0	8.05
家庭系可燃ごみ (注1) (パッカー車)	1.29	42.0	2.58
家庭系生ごみ (注2) (平ボディ車)	2.02	14.4	1.49

注1：食品廃棄物の一袋あたりの重量は調査対象とした車両の収集重量を積み込み袋数で除して計算したもの、可燃ごみの一袋あたりの重量は松山市IV地区において一袋あたりの重量を実測したものの平均値である。

注2：家庭系生ごみの積み込み時間・作業準備時間は、平成20年度廃棄物処理等科学研究費補助金総合研究報告書「分別収集・中継輸送に関する費用対効果・費用便益の分析 (K1857, K1962, K2044) 4)」を引用した。

必要であったり、保管場所から一定の距離を持ち出す必要があったりして、屋外・路上等に排出されている家庭系ごみの収集と比較して、作業準備時間が長いことが明らかとなった。

### 3) 排出地点間の移動速度

事業系食品廃棄物の排出地点間の移動については、A社の平均速度は19.11km/hであった。また、家庭系ごみの排出地点間の移動について、地域別の平均走行速度を表2.7に示した。排出地点間の移動速度の平均走行速度は、9.45～14.9km/hとなり、IV地区ではステーション間の距離、走行時間が他の地域より長く、平均走行速度が14.9km/hとやや早かったが、IV地区を除く3地区での大きな差はあまり見られなかった。また、全体の平均速度は、11.60km/hとなった。

### 4) まとめ

往復走行速度には地域差が見られたが、排出地点間の移動速度では一部を除き大きな差は見られなかった。人口密度が低い地域ほど、排出地点間の移動速度は速くなる傾向が見られた。

家庭系可燃ごみ収集における作業準備時間には、袋をパッカー車に押し込むための調整時間や、交通量の多いところでの待ち時間の発生など様々な要素が含まれており、条件によって差があるものと考えられる。

## 1-3-A.有機性廃棄物（事業系食品廃棄物）の収集・運搬に係るシナリオ評価

### (1) シナリオ設定

本項では、第1-2項で収集・整備した作業時間の原単位・推定モデルを用いて、松山市における有機性廃棄物の収集・運搬に焦点を当て、①現状の事業系食品廃棄物分別収集シナリオ、②事業所アンケート調査の結果に基づく対象拡大シナリオ、③多量排出事業者の参加シナリオ、④収集頻度変更シナリオ、の4つのシナリオを想定し、各シナリオの年間の経費・CO<sub>2</sub>排出量・走行距離、及び1tあたりの経費・CO<sub>2</sub>排出量・走行距離等の収集効率を評価することとした。各シナリオの概要は以下の通りである

#### 1) 現状の事業系食品廃棄物分別収集シナリオ

他のシナリオとの比較対照として、現在A社が48事業所を対象に実施している事業系食品廃棄物の分別収集について評価することとした。なお、A社の堆肥化施設には松山市の学校給食共同調理場で発生する食品廃棄物が年間約560t、剪定枝が約1,200t搬入されているが、これについては松山市が個別に委託業者と契約を締結しており、当面の間は事業系食品廃棄物との混載が難しいことから本事業では検討対象外とした。

#### 2) 事業所アンケート調査の結果に基づく対象拡大シナリオ

本研究に関連して、株式会社廃棄物工学研究所<sup>5)</sup>では、松山市における事業系食品循環資源の排出状況およびリサイクルに向けた今後の課題を明らかにすることを目的とし、同市内の一般廃棄物多量排出事業所195社に平成22年8月6日(金)～平成22年8月27日(金)の期間にアンケートを実施した。

この調査では、多量排出事業所の食品循環資源に対する意向に関する質問「貴事業所は、食品循環資源のリサイクルループへの参加に興味はありますか。」を設定しており、「①非常に興味がある」と回答したのが3事業所(4.3%)、「②条件によっては参加してもよいと考える」と回答したのが12事業所(17.1%)、「③条件次第であるが少し興味がある」と答

えたのが 32 事業所(50.0%)との結果が得られている。

こうしたアンケート調査で得られた結果に基づき、現在 A 社が収集対象とする 48 事業所に加え、参加意向の水準に応じて収集対象を拡大した場合のシナリオを設定することとした。具体的には、現状の 48 事業所に加えて、

- a.参加意向が「①非常に興味がある」と回答した 3 事業所を追加した場合
- b.参加意向が「①非常に興味がある・②条件によっては、参加してもよいと考える」と回答した 13 事業所を追加した場合（島嶼部の事業所を除く）
- c.参加意向が「①非常に興味がある・②条件によっては参加してもよいと考える・③条件次第であるが少し興味がある」と回答した 45 事業所を追加した場合（島嶼部の事業所を除く）

の 3 水準のシナリオを評価することとした。

### 3) 多量排出事業者の参加シナリオ

松山市では、事業用延床面積・店舗面積が 1,000m<sup>2</sup> 以上の事業者・大規模小売店舗等を多量排出事業者と位置づけ、事業系一般廃棄物減量等計画書の提出を求めている。平成 21 年度に提出された計画書によれば、多量排出事業者から排出された食品廃棄物は合計で 7,448t であり、うちリサイクル量は 1,682t、リサイクル率は 22.6%であった。

本章では、こうした多量排出事業者が食品廃棄物の分別収集に参加する場合を想定することとした。具体的には、現状の対象である 48 事業所に加えて、多量排出事業者の食品廃棄物のリサイクル率に基づいて段階的に設定し、

- a.食品廃棄物の排出量が年間 100 t 以上の 11 事業所を追加した場合  
(多量排出事業者のリサイクル率約 50%に相当)
- b.食品廃棄物の排出量が年間 59 t 以上の 21 事業所を追加した場合  
(多量排出事業者のリサイクル率 60%に相当)
- c.食品廃棄物の排出量が年間 25.55 t 以上の 41 事業所を追加した場合  
(多量排出事業者のリサイクル率 70%に相当)
- d.食品廃棄物の排出量が年間 9 t 以上の 89 事業所を追加した場合  
(多量排出事業者のリサイクル率 80%に相当)
- e.食品廃棄物の排出量が一日 8kg 以上の 162 事業所を追加した場合  
(多量排出事業者のリサイクル率 85.7%に相当)

の 5 水準のシナリオを評価することとした。

### 4) 収集頻度変更シナリオ

事業系食品廃棄物は、現状では日曜日を除く週 6 日の頻度で収集されている。本シナリオでは、これを 2 日に 1 回、週 3 回の頻度に変化させた場合を想定することとした。これにより、収集対象地域は月・水・金曜日に収集を行う前半ルートと火・木・金曜日に収集を行う後半ルートの 2 つに分割されることになる。

## (2) 評価方法

評価範囲は、事業系食品廃棄物の収集・運搬に係る車両購入費・燃料費・人件費とし、年間の経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離、及び収集効率の指標として収集量 1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離をそれぞれ計算した。各シナリオの計算条件は自治体の実績値・作業実態等を参考に設定した。シナリオ設定・計算条件の概要を表 5-7 に示した。

表5-7 シナリオ設定・計算条件の概要

シナリオ		年間食品廃棄物排出量 (t)	対象事業所数	収集頻度	
1	現状の事業系食品廃棄物分別収集シナリオ	2,315	48	週6回	
2	事業所アンケート調査の結果に基づく対象拡大シナリオ	現状+参加意向①	2,524		51
		現状+参加意向①②	2,628		61
		現状+参加意向①②③	3,316		93
3	多量排出事業者の参加シナリオ	現状+多量排出事業者のリサイクル率50%	4,764		59
		現状+多量排出事業者のリサイクル率60%	5,533		69
		現状+多量排出事業者のリサイクル率70%	6,243		89
		現状+多量排出事業者のリサイクル率約80%	6,975		137
		現状+多量排出事業者のリサイクル率約85.7%	7,341		210
4	収集頻度変更シナリオ	2,315	48		週3回
その他の計算条件		使用車種	3tパッカー車(圧縮式) 積載量2.8t 車両購入費850万円 耐用年数6年 燃費4.8km/l 燃料費115円		
		人件費	680万円		
		車両購入に係るCO <sub>2</sub> 排出	3.82kg-CO <sub>2</sub> /千円		
		軽油消費に係るCO <sub>2</sub> 排出	2.92kg-CO <sub>2</sub> /l		

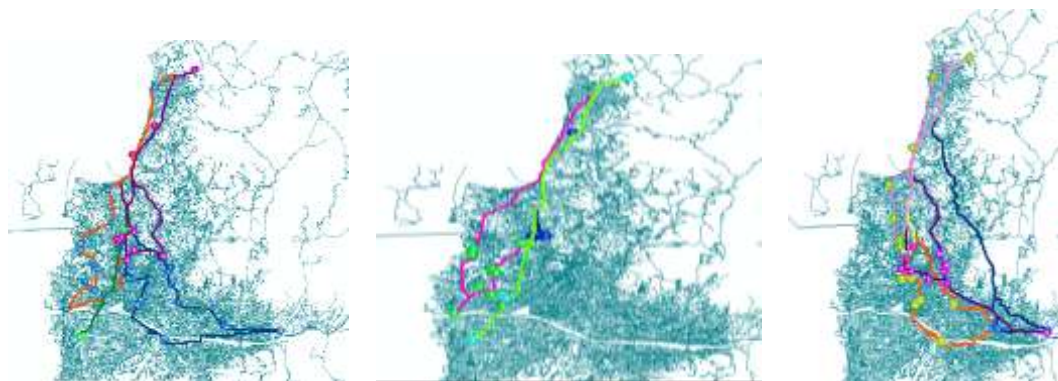
各シナリオの収集ルート計算に当たっては、ESRI社 ArcGIS のエクステンションツールである Network Analyst を用いた。具体的には、走行ルートの開始・終了地点を A 社の堆肥化施設として、①各シナリオの全対象事業所を巡回する最適ルートを Network Analyst により計算、②最適ルートの巡回順路に沿って事業所の排出量を累積し、積載量 2.8t を超えたところで収集を終了するものと仮定して事業所をグループ化、③事業所グループ毎に最適ルートを Network Analyst により再計算し、収集・運搬ルートを求めた。

(3) シナリオ評価の結果

(1)で設定したシナリオについて、最適ルートを解析した結果の例を図 5-4 に示した。また、年間の経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離、及び食品廃棄物 1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離といった収集効率を検討した結果を表 5-8 に示した。

事業所アンケート調査の結果に基づく対象拡大シナリオについては、現状と比較して現状+参加意向①のシナリオでは、車両台数に変化がなく、年間の経費・CO<sub>2</sub> 排出量、1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量といった収集効率はやや向上するものの大きな差は見られなかった。また、現状+参加意向①②のシナリオでは、現状と比較して車両台数が 1 台増加し、年間経費は現状比 31%増、年間 CO<sub>2</sub> 排出量 18%増と大幅に増加、1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量といった収集効率も現状より低い結果となった。一方、現状+参加意向①②③のシナリオでは、現状+参加意向①②のシナリオと比較して車両台数は変化せず、1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量といった収集効率では現状を上回る結果となった。事業所アンケート調査に回答した参加意向①②③の事業所は、食品廃棄物の排出原単位が平均 48.7kg/日と比較的中小規模





1. 現状(月曜の例)      4. 収集頻度変更・前半ルート      4. 収集頻度変更・後半ルート  
 図 5-4 現状シナリオと収集頻度変更シナリオの最適ルート解析結果

表 5-8 事業系食品廃棄物収集に係るシナリオ評価の結果

シナリオ	年間収集量 (t)	年間収集台数 (台)	年間CO2排出量 (t)	年間経費 (万円)	CO2/t	経費/t	CO2/万円	収集効率	
1 現状(月曜の例)	2,345	27,606	62,567	76,060	11,826	27.0	32.9	3	
2 多量排出事業者の参加シナリオ	現状+多量排出事業者	2,524	27,766	66,631	82,763	11,002	26.4	32.8	3
	現状+多量排出事業者(50%)	2,628	36,059	73,983	85,951	13,723	28.2	32.7	4
	現状+多量排出事業者(20%)	3,346	36,473	84,558	103,318	10,889	25.5	31.2	4
3 多量排出事業者の参加シナリオ	現状+多量排出事業者の リサイクル率50%	4,764	37,602	84,391	103,043	7,893	17.7	21.6	4
	現状+多量排出事業者の リサイクル率60%	5,533	37,991	84,266	119,261	6,856	17.0	21.6	4
	現状+多量排出事業者の リサイクル率70%	6,243	46,555	108,507	133,761	7,457	17.4	21.4	5
	現状+多量排出事業者の リサイクル率80%	6,975	55,083	121,848	146,783	7,897	17.5	21.0	6
	現状+多量排出事業者の リサイクル率85.7%	7,344	63,825	140,605	168,689	8,894	19.2	23.0	7
4 現状+多量排出事業者	2,345	27,176	51,618	58,109	11,740	22.3	25.1	3	

の事業所が多く、その収集効率は車両の積載率に影響されるものと考えられた。

多量排出事業者の参加シナリオについては、食品廃棄物年間排出量が 100 t 以上の事業所が参加する「現状+多量排出事業者のリサイクル率 50%」のシナリオでは、一日あたりの必要車両台数が 4 台となるため年間経費は現状比 36%増、年間 CO2 排出量 35%増と大幅に増加したが、1t あたりの経費・CO2 排出量といった収集効率では現状を大きく上回り、さらに食品廃棄物年間排出量が 59 t 以上の事業所が参加する「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオで収集効率をもっとも高いことが明らかとなった。ただし、「現状+多量排出事業者のリサイクル率 70%」以上のシナリオでは、中小規模の事業所を多数

巡回することによる収集距離の増加等により、リサイクル率の向上につれて収集効率が徐々に低下したが、「現状+多量排出事業者のリサイクル率 85.7%」のシナリオにおいても、現状より収集効率が高かった。

なお、A社の堆肥化施設の処理能力は 19.2t/日・年間約 7,000t であり、従来収集していた学校給食からの収集量 560t、剪定枝の収集量 1,200t に「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオの年間収集量 5,533t を加えると、処理能力に相当する収集量となる。

収集頻度変更シナリオでは、現状と比較して年間経費・年間 CO2 排出量ともに下回り、1t あたりの経費で現状比 98%、1t あたりの CO2 排出量で現状比 83% となり、収集効率でも現状を上回る値となった。これは、現状では毎日収集対象の 48 事業所を巡回する必要があるのに対し、収集頻度変更シナリオでは月・水・金に収集を行う前半ルートと火・木・土に収集を行う後半ルートに収集対象が 2 分割され（図 5-4 参照）、年間走行距離が現状の 76,090km から 58,109km に大幅に短縮されたことが大きく寄与したものと考えられる。

なお、収集頻度を 2 日に 1 回とする場合には、事業者側に食品廃棄物を一日保管できる環境が必要であり、実際の導入に当たっては保管スペース・臭い・衛生面等の問題について別途詳細な検討が必要と考えられる。

### 1-3-B. 家庭系生ごみの分別収集に係るシナリオ評価

#### (1) シナリオ設定

本項では、家庭系可燃ごみに焦点を当て、家庭系生ごみを含めて可燃ごみとして一括収集している「A 現状シナリオ」と、「B 家庭系可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集シナリオ」を想定し、各シナリオの年間の経費・環境負荷・走行距離、及び 1t あたりの経費・CO2 排出量・走行距離等の収集効率を評価した。なお、「B 家庭系可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集シナリオ」については、分別収集参加率が 10%、30%、50%、70%、90% の 5 つの条件を想定して計算し、参加率の変化が経費・環境負荷・収集効率に及ぼす影響についても併せて検討することとした。

#### (2) 評価方法

対象地域は、堆肥化処理施設が立地する松山市IV地区（人口 27,683 人、平成 23 年 2 月 1 日現在）とした。評価範囲は、家庭系可燃ごみ・生ごみの収集・運搬、焼却・堆肥化、残渣の最終処分とし、収集・運搬に係る人員・機材・燃料、中間処理施設の建設・運転に伴うユーティリティ・資材・薬剤消費、ごみ処理に伴う環境負荷、運転施設に関わる人員とした。評価項目は、年間の経費、エネルギー消費量、CO2 排出量、NO2 排出量、SO2 排出量、埋立処分量、また収集効率の指標として収集量 1t あたりの経費・CO2 排出量・走行距離とした。また再資源化のプロセスについては「再生品の生産によって、同種製品の製造がその分回避される」とみなし、間接的な環境への

表 5-9 家庭系生ごみのシナリオ設定・  
計算条件の概要

対象地域の人口	27,683 人
対象地域の可住地面積	44.0km <sup>2</sup>
対象地域のステーション数	548 カ所
可燃ごみ排出原単位	0.4909g/人/日
可燃ごみ中の生ごみの比率	55.65%

貢献分として差し引き計算を行った。

各シナリオの計算条件は自治体の実績値・作業実態等を参考に設定した。シナリオ設定・計算条件の概要を表 5-9 に示した。

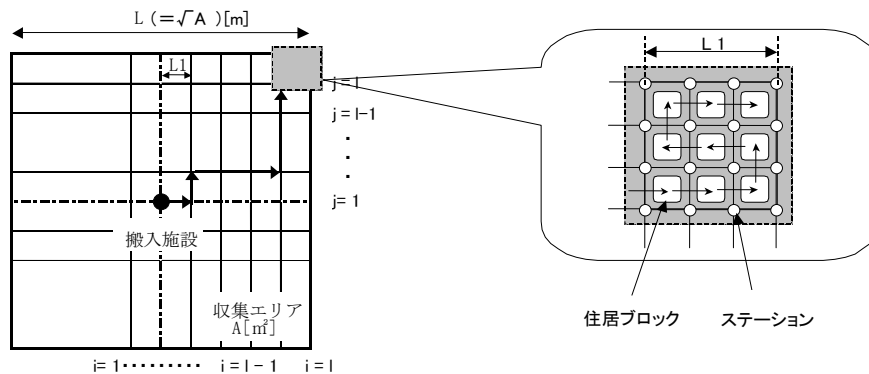


図 5-5 Grid City Model の模式図

なお、松山市IV地区の家庭系可燃ごみ・生ごみの収集距離については、代表的な推定手法である Ishikawa ら 6) の Grid City Model (図 5-5) を用いて推定することとした。このモデルは、地域を正方形かつ道路が格子状に走り、ごみステーションが交差点上に均等に配置されていると仮定することにより地域の面積とステーション数の 2 変数から収集距離を推定するモデルである。運搬距離については、松山市IV地区の代表点を支所の所在地とし、支所と堆肥化施設の最短経路の距離 4.7km を平均運搬距離とした。

経費・環境負荷等の計算に当たっては、本章で収集・整備した収集・運搬作業時間の原単位・推定モデル、及び岡山大学で開発した「戦略的廃棄物マネジメント支援ソフトウェア SSWMSS, Japan7)」を用いた。

### (3) シナリオ評価の結果

#### 1) 収集・運搬過程の評価結果

各シナリオの収集・運搬に関する年間の経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離、及び生ごみ 1t あたりの経費・CO<sub>2</sub> 排出量・走行距離といった収集効率を検討した結果を表 5-10 に示した。

年間経費で見ると、「A 現状シナリオ」では必要台数 3 台で 45,152 千円であったのに対して、「B 家庭系可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集シナリオ」では参加率に関わらず必要台数が 4 台と 1 台増え、およそ 60,000 千円と 15,000 千円の増加となった。一方、年間走行距離については、現状では可燃ごみを松山市西クリーンセンターまで片道約 20km を運搬しているのに対して、2 種分別収集シナリオでは生ごみの運搬距離が片道 4.7km と大幅に短縮されるため、参加率が上昇するにつれて年間走行距離は短縮され、年間 CO<sub>2</sub> 排出量も減少することが明らかとなった。

収集効率で見ると、1t あたりの経費では現状 9,103 円に対して、2 種分別収集シナリオで 12,200 円程度と不利であるが、1t あたりの CO<sub>2</sub> 排出量については、現状 15.8kg-CO<sub>2</sub> に対して 2 種分別収集シナリオでは参加率が向上するにつれて収集効率が向上し、参加率 70% で 15.8kg-CO<sub>2</sub> で同等となり、参加率 90% で 15.0kg-CO<sub>2</sub> と現状を上回った。なお、

事業系食品廃棄物のシナリオの中でもっとも収集効率の高かった「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオと家庭系生ごみの収集効率を比較すると、1t あたりの経費では「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオで 6,866 円/t に対して家庭系生ごみの収集効率は 11,276~56,039 円/t と大きく差があるものの、1t あたりの CO2 排出量では「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオで 17.0kg-CO2 に対して家庭系生ごみでは参加率 50%で 14.0kg-CO2、参加率 70%で 13.4kg-CO2、参加率 90%で 10.9kg-CO2 と事業系を上回る結果となった。

表 5-10 家庭系生ごみの分別収集に係るシナリオ評価結果

家庭系生ごみシナリオ		年間収集量 (t)	年間収集コスト (万円)	年間削減コスト (万円)	年間削減CO2 (t)	回収率	削減CO2/t	削減コスト/t	削減率	
A	現状シナリオ	4,950	45,152	78,423	101,703	9103	15.8	20.5	3	
B	可燃ごみ・生ごみ2種分別シナリオ	参加率10%	4,950	50,612	90,137	112,011	12,220	18.2	22.6	4
		うち可燃	4,684	45,143	73,233	93,217	9,637	15.6	19.9	3
		うち生ごみ	276	15,469	16,904	18,794	5,639	61.2	62.1	1
		参加率30%	4,950	50,651	86,143	105,480	12,227	17.4	21.3	4
		うち可燃	4,132	45,135	68,044	84,730	10,823	16.5	20.5	3
		うち生ごみ	828	15,516	18,099	20,749	18,737	21.9	25.1	1
		参加率50%	4,950	50,689	82,150	98,948	12,235	16.6	19.9	4
		うち可燃	3,580	45,126	62,855	76,244	12,605	17.6	21.3	3
		うち生ごみ	1,370	15,563	19,295	22,705	11,276	14.0	16.5	1
		参加率70%	4,950	50,728	78,156	92,447	12,243	15.8	18.6	4
		うち可燃	3,028	30,101	52,254	67,757	9,941	17.3	22.4	2
		うち生ごみ	1,922	30,627	25,902	24,690	15,850	13.4	12.8	2
		参加率90%	4,950	50,766	74,163	85,886	12,251	15.0	17.3	4
		うち可燃	2,476	30,083	47,065	59,271	12,154	19.0	23.9	2
うち生ごみ	2,474	30,674	27,097	26,615	12,347	10.9	10.7	2		
B-2	(参考)「現状+多量排出事業者のリサイクル率60%」	5,533	37,991	94,256	119,261	6,866	17.0	21.6	4	

2) 収集・運搬・中間処理・最終処分を含めたシステム全体の評価結果

次に収集・運搬・中間処理・最終処分を含めたシステム全体の評価結果を表 5-11 に示した。

対象地域の家庭系可燃ごみ・生ごみの処理に係る年間のエネルギー消費量、CO2 排出量、SOx 排出量、NOx 排出量、埋立処分量のすべての項目について、「A 現状シナリオ」よりも「B 可燃ごみ・生ごみ 2 種分別シナリオ」の方が環境負荷が小さく、参加率が向上す

表 5-11 家庭系可燃ごみ・生ごみのシステム全体のシナリオ評価結果

	A 現状シナリオ	B 可燃ごみ・生ごみ2種分別シナリオ				
		参加率 10%	参加率 30%	参加率 50%	参加率 70%	参加率 90%
エネルギー消費量 (kWh)	-1,784	-1,839	-2,633	-3,327	-4,022	-4,716
CO2 排出量 (t-CO2)	1,534	1,520	1,454	1,408	1,352	1,296
SOx 排出量 (t-SOx)	103	74	-4	-82	-161	-239
NOx 排出量 (t-NOx)	2,556	2,380	2,006	1,622	1,239	855
埋立処分量 (t)	756	714	630	546	462	377
埋立処分率 (%)	124,654	142,441	147,132	151,823	156,514	161,205
	100%	114%	118%	122%	126%	128%

るに従って環境負荷が低下することが明らかとなった。一方、処理経費については、参加率が向上するに従って増加し、参加率 90%では現状比 30%増となるものと考えられた。今後、費用対効果、費用便益等についての検討が必要である。

#### 1-4.まとめ

##### (1) 得られた成果

本研究で得られた成果を以下にまとめた。

- ①松山市において事業系食品廃棄物・家庭系生ごみ・可燃ごみの収集車両を対象とした実態調査を実施し、収集・運搬作業に係る作業時間等の原単位を構築した。
- ②事業系食品廃棄物・家庭系生ごみの分別収集対象拡大シナリオを設定し、各シナリオの収集体制、年間コスト、年間 CO2 排出量、及び収集効率を評価した。
- ③事業所アンケート調査の結果に基づく対象拡大シナリオについては、現状+参加意向①のシナリオでは、現状と比較して車両台数に変化がなく、年間の経費・CO2 排出量、1t あたりの経費・CO2 排出量といった収集効率はやや向上するものの大きな差は見られなかった。また、現状+参加意向①②のシナリオでは、現状と比較して車両台数が 1 台増加し、年間経費は現状比 31%増、年間 CO2 排出量 18%増と大幅に増加、1t あたりの経費・CO2 排出量といった収集効率も現状より低い結果となった。一方、現状+参加意向①②③のシナリオでは、現状+参加意向①②のシナリオと比較して車両台数は変化せず、1t あたりの経費・CO2 排出量といった収集効率では現状を上回る結果となった。
- ④多量排出事業者の参加シナリオについては、食品廃棄物年間排出量が 100 t 以上の事業所が参加する「現状+多量排出事業者のリサイクル率 50%」のシナリオでは、一日あたりの必要車両台数が 4 台となるため年間経費は現状比 36%増、年間 CO2 排出量 35%増と大幅に増加したが、1t あたりの経費・CO2 排出量といった収集効率では現状を大きく上回った。食品廃棄物年間排出量が 59 t 以上の事業所が参加する「現状+多量排出事業者のリサイクル率 60%」のシナリオで収集効率がもっとも高いことが明らかとなった。「現状+多量排出事業者のリサイクル率 70%」以上のシナリオでは、中小規模の事業所を多数巡回することによる収集距離の増加等により、リサイクル率の向上につれて収集効率が徐々に低下したが、「現状+多量排出事業者のリサイクル率 85.7%」のシナリオにおいても、現状より収集効率が高かった。
- ⑤収集頻度変更シナリオでは、年間走行距離が現状の 76,090km から 58,109km に大幅に短縮され、現状と比較して年間経費・年間 CO2 排出量ともに下回り、1t あたりの経費で現状比 98%、1t あたりの CO2 排出量で現状比 83%となり、収集効率でみても現状を上回る値となった。
- ⑥家庭系生ごみの分別収集について、松山市IV地区を対象に収集効率を試算した結果、1t あたりの処理経費では現状の可燃ごみ一括収集と比較すると可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集は必要台数が 1 台増えるため不利であるが、1t あたりの CO2 排出量では市民参加率 50%以上の条件で事業系食品廃棄物の分別収集シナリオを上回る等、収集効率が高いことが示唆された。
- ⑦家庭系ごみについて、可燃ごみ一括収集と可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集について、

収集・運搬から中間処理・最終処分に至るシステム全体の処理経費・環境負荷を比較すると、年間のエネルギー消費量、CO<sub>2</sub> 排出量、SO<sub>x</sub> 排出量、NO<sub>x</sub> 排出量、埋立処分量のすべての環境負荷項目について、可燃ごみ一括収集よりも可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集の方が環境負荷が小さく、参加率が向上するに従って環境負荷が低下することが明らかとなった。一方、処理経費については、参加率が向上するに従って増加し、参加率 90%では現状比 30%増となるものと考えられた。

## (2) 松山市に対する政策提言

- ①事業系食品廃棄物の効率的分別収集システムを構築するに当たっては、大規模排出事業者（特に年間排出量 59t 以上）の参加を促進することが極めて重要である。
- ②事業系食品廃棄物の収集頻度を週 6 回から週 3 回に変更することで、特に食品廃棄物 1t あたりの CO<sub>2</sub> 排出量を 17%削減できるものと試算され、その収集効率の向上に対する効果は大きい。ただし、収集頻度を減らすと、堆肥化原料の品質を下げる事にもつながりかねず、その導入に当たっては排出事業者における食品廃棄物の保管、腐敗・臭気対策等に関する検討が必要である。
- ③家庭系生ごみの分別収集については、松山市IV地区を対象にした場合、1t あたりの処理経費では現状の可燃ごみ一括収集と比較すると可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集は不利であるが、年間のエネルギー消費量、CO<sub>2</sub> 排出量、SO<sub>x</sub> 排出量、NO<sub>x</sub> 排出量、埋立処分量のすべての項目について、可燃ごみ一括収集よりも可燃ごみ・生ごみの 2 種分別収集の方が環境負荷が小さく、参加率が向上するに従って環境負荷が低下することが明らかとなった。ごみの資源化・環境負荷削減を推進する上で、その実施可能性を検討する価値があるものと考えられる。

## (3) 今後の課題

事業系廃棄物食品廃棄物、家庭系生ごみの分別収集に当たっては、発生源から堆肥化までの距離を短くする、堆肥化施設から農家までの距離を短くするなど、運ぶ距離を短くすることが原則である。食品廃棄物をどのように収集するのか、行政目標、将来の報告性、先進事例、組合せの最適化、ルート最適化、中継輸送、BDF の導入等を経費を含めて検討し、評価シナリオ（想定条件）を設定する必要がある。

ごみの収集・運搬作業に係る作業時間や走行速度、走行距離はその地域の地域特性に大きく影響されると考えられる。より精度の高い検討を行うためには人口密度や道路幅員等の地域特性別の作業時間や走行速度を明らかにすることが必要と考えられる。

## 1-5.参考文献

- 1) 環境省編：環境白書（平成 21 年版）、p.209、日経印刷株式会社（2009）
- 2) 環境省：市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針、[http://www.env.go.jp/recycle/waste/tool\\_gwd3r/gl-mcs/gl-mcs.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste/tool_gwd3r/gl-mcs/gl-mcs.pdf)（2007）
- 3) 安榮 健：岡山大学大学院環境学研究科修士論文「容器包装・生ごみの分別収集・再資源化に係る費用対効果・費用便益の分析」（2010）
- 4) 松井康弘、藤原健史、藤井 実、大迫政浩、村上進亮、田中 勝：平成 20 年度廃棄物処理等科学研究費補助金総合研究報告書「分別収集・中継輸送に関する費用対効果・費用便益の分析（K1857, K1962, K2044）（代表研究者松井康弘）」、環境省（2009）

- 5) (株) 廃棄物工学研究所：平成 22 年度農山漁村 6 次産業化対策に係る食品廃棄物効率的収集体制構築促進事業成果報告書、農林水産省 (2011)
- 6) M. Ishikawa : A Logistic Model for Post-Consumer Waste Recycling、Journal of packaging science & technology, Vol.5, No.2, pp. 119-130 (1996)
- 7) 田中 勝編：戦略的廃棄物マネジメント～循環型社会への挑戦～、岡山大学出版会 (2008)
- 8) EIC ネット：<http://www.eic.or.jp/>
- 9) 環境省 HP：<http://www.env.go.jp/>
- 10) 農林水産省：平成 22 年度バイオマス活用推進基本計画、p.22 (2010)



## 2. 収集運搬に関する手法（ベトナムにおける生ごみ分別収集実態調査）

### 2-1.はじめに

ベトナムでは、一般廃棄物はハンドカードによる各戸収集及びトラックによる中継輸送が実施され、行政による分別収集はほとんど見られないのが現状である。本研究では、ベトナム国内の先進モデル事例として、北部ハノイ市における生ごみの分別収集を取り上げ、生ごみ分別収集のモデル事業対象地域において GPS/GIS を援用して作業軌跡・作業時間等の作業実態データを収集したので結果を報告する。

### 2-2.方法

ハノイ市は、日本政府が支援する 3R プロジェクト（通称 3R-HN プロジェクト）の対象都市に選定され、2006 年 3 月より 3 年間にわたり循環型社会構築に向けた技術援助を受けた。このプロジェクトでは、Nguyen Du 街区(Hai Ba Trung 区), Phan Chu Trinh 地区(Hoan Kiem 区), Thanh Cong 地区(Ba Dinh 区), and Lang Ha 地区(Dong Da 区)の 4 つの地区で生ごみの分別収集を導入した。現在、ハノイ市においては、各戸収集(伝統的な手法)、分別ごみ容器による生ごみ・一般ごみ分別収集（3R-HN モデル地域）、ごみ容器と各戸収集の混合、の 3 種類の収集システムが存在する。これらシステムの概要を図 5-6 に示した。

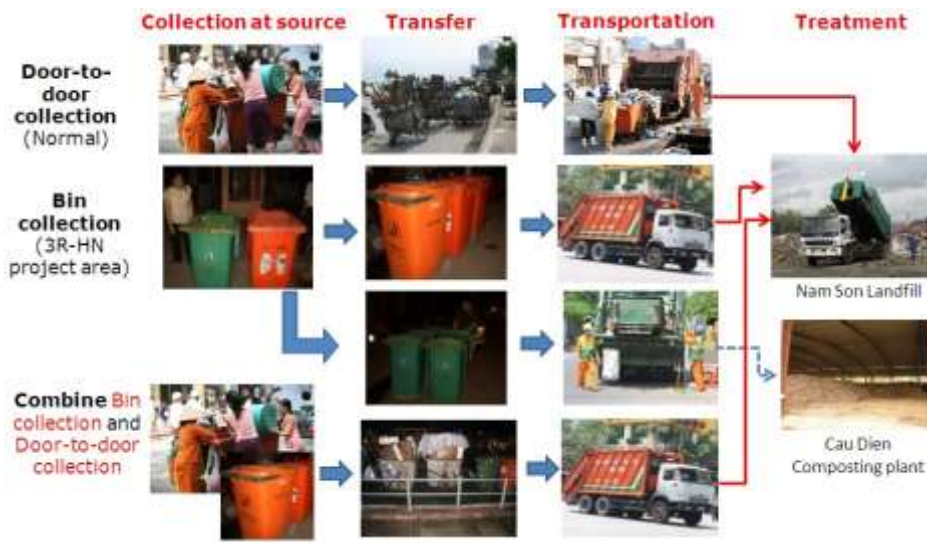


図 5-6 ハノイ市の廃棄物マネジメントシステムの概要



図 5-7 NGUYEN Du 地区の地図（赤網掛け部）

(Source: [http://bandonhadat.vn/?lat=21.0180988&lng=105.845375&lvd=13&plg=w\\_1548](http://bandonhadat.vn/?lat=21.0180988&lng=105.845375&lvd=13&plg=w_1548))

本調査では、これまでのところ生ごみ分別収集が成功したといわれている Nguyen Du 街区を調査対象として選定（図 5-7）した。同街区の人口は 6,682 人、世帯数は 1,988 世帯である(2010)家庭系廃棄物の収集量は 1 日約 9.0t と推定されている。

3R-HN プロジェクトのモデル地区では、収集作業員は決められた排出場所に、堆肥化される生分解性ごみ用の緑色のごみ容器、その他埋め立てられるごみ用のオレンジ色のごみ容器、の 2 種類のごみ容器を設置することになっている。分別収集システムの概要を図 5-8 に示した。

本研究では、対象地域において GPS ロガーを援用して廃棄物収集の移動軌跡データを取得するとともに、作業時間・距離、廃棄物量についても併せて測定した。取得した走行軌跡は ArcView 9.3 を用いて、走行時間・走行距離・速度等を計測した（図 5-9）。収集したごみの重量は、中継ポイントにおいてデジタル体重計を用いて計測した。

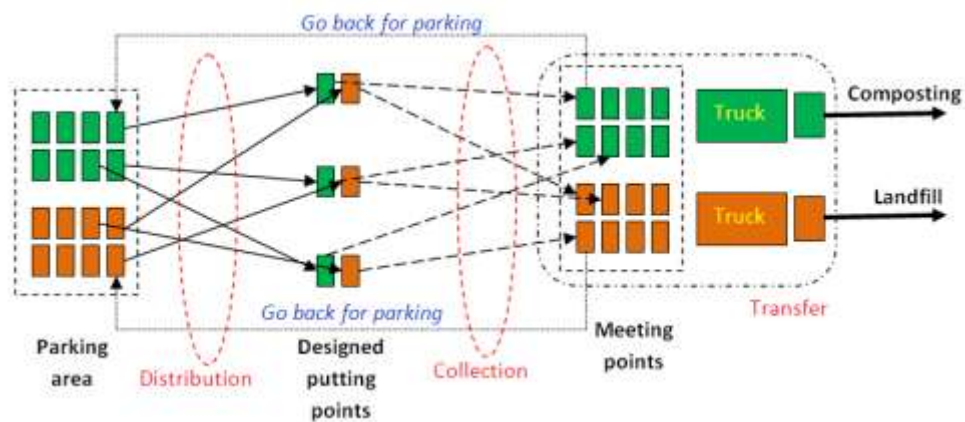


図 5-8 ハノイ市におけるごみ容器による分別収集システムの概要



図 5-9 走行軌跡データの取得・解析の流れ

### 2-3. 調査結果

表 5-12 に Nguyen Du 街区におけるごみ収集作業の内訳を示した。作業時間は、ごみ容器の収集、配布、休憩、待機、駐車（容器の返却）、に大別して示した。また、容器一つあたりの重量(kg)、ごみ容器底面からのごみの高さ(cm)、ごみの容積(L)、かさ比重(kg/m<sup>3</sup>)については表 5-13 に示した。生ごみ(Green bin)は一般ごみ(Orange bin)と比較してかさ比重、量ともに小さかった。

表 5-12 ごみ収集作業の内訳

Items	Activities	N	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation
Time (mi)	Collection <sup>^</sup>	34	0.42	5.17	2.12	1.39
	Distribution <sup>^</sup>	31	0.08	8.87	2.77	2.13
	Free <sup>*</sup>	11	80.50	132.68	109.48	13.02
	Waiting <sup>*</sup>	11	11.45	66.92	31.18	16.98
	Parking <sup>*</sup>	11	0.62	18.55	7.62	5.93
	Total <sup>*</sup>	11	174.67	211.33	196.05	11.09
Distance (m)	Collection <sup>^</sup>	34	14.67	332.55	132.87	80.32
	Distribution <sup>^</sup>	31	1.17	627.08	191.09	148.76
	Free <sup>*</sup>	11	2721.85	4727.49	3672.64	634.34
	Waiting <sup>*</sup>	11	126.68	1348.28	597.61	394.31
	Parking <sup>*</sup>	11	29.65	816.13	335.70	271.53
	Total <sup>*</sup>	11	5631.04	10019.58	7857.39	1409.87
Speed (m/s)	Collection <sup>^</sup>	34	0.44	1.59	1.09	0.31
	Distribution <sup>^</sup>	31	0.23	3.14	1.13	0.46
	Parking <sup>*</sup>	11	0.12	1.28	0.756	0.40

(<sup>^</sup>) Estimation for each journey of worker (<sup>\*</sup>) Estimation for whole working shift of workers

表 5-13 分別ごみ容器の特性値

Parameter	Items	N	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation
Weight (kg)	Orange-bin	73	5.40	138.70	47.81	20.93
	Green-bin	44	7.20	82.60	36.33	18.05
	Total	117	5.40	138.70	42.07	19.49
Height (cm)	Orange-bin	73	17.00	132.00	88.88	23.89
	Green-bin	44	27.00	112.00	74.34	22.57
	Total	11	17.00	132.00	81.61	23.23
Volume (L)	Orange-bin	73	39.44	306.24	206.19	55.41
	Green-bin	51	62.64	259.84	148.80	77.14
	Total	124	39.44	306.24	177.50	66.28
Density (kg/m <sup>3</sup> )	Orange-bin	73	81.23	674.53	231.94	87.57
	Green-bin	51	66.03	337.47	177.60	94.22
	Total	12	66.03	674.53	204.77	90.90

#### 2-4.今後の計画

今後は、ハノイ市の分別収集モデル地区以外の地区や中部ダナン市におけるコンテナ収集についても同様に作業実態データを収集し、収集・運搬のコスト・環境負荷・収集効率等を比較するとともに、その推定モデルを構築することが必要と考えられる。また、(1)一般廃棄物の発生・排出に係る実態調査及び推定モデル構築、(2)一般廃棄物の処理・処分に係るコスト・環境負荷に関する基礎情報の収集についても検討を進め、(4)廃棄物マネジメント・3R 推進事業に係る各種シナリオを設定し、その政策効果分析を実施することが必要である。

### 3. バイオマス変換に関する手法（バイオマス利活用のための変換技術）

#### 3-1. 現状の技術体系について

地球の温暖化防止、循環型社会の形成、農林水産業や農山漁村の活性化のキーワードとして、バイオマス利活用の促進がある。農林水産省による取り組みであるバイオマスタウン構想では、平成 23 年 4 月で 318 市町村がバイオマスタウンとして認定されており、バイオマスの利活用が全国的に展開されている。

バイオマスの利活用技術はエネルギーに変換するエネルギー利用技術と、マテリアルや物質に変換するマテリアル利用技術の大きく 2 つに分けられる。バイオマスのエネルギー利用技術に関する体系図を図 5-10 に示す。実用化されている技術として、直接燃焼、ガス化、炭化がある。一方で水熱ガス化、直接液化、スラリー燃料化は開発段階にあり、今後の実用化が期待される。

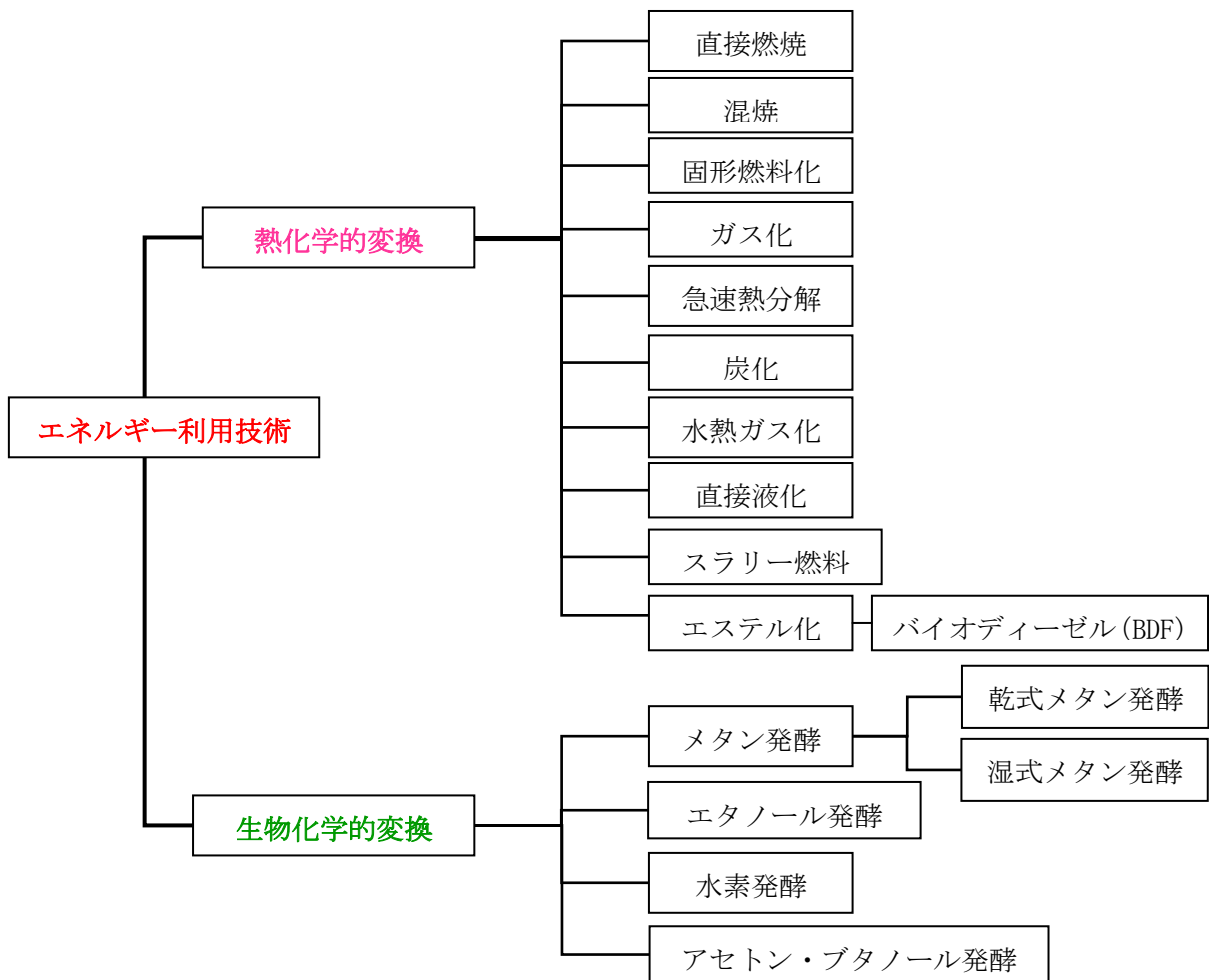


図 5-10 バイオマス変換のエネルギー利用技術体系

次にマテリアル利用技術を図 5-11 に示す。肥料化、飼料化、機械的加工、工業原料化、高分子成分分離の 5 つが挙げられる。肥料化、飼料化、機械的加工は多くのバイオマスタウンで採用されている技術である。一方で、工業原料化や高分子成分分離によるマテリア

ル変換はまだ開発の段階にある技術である。

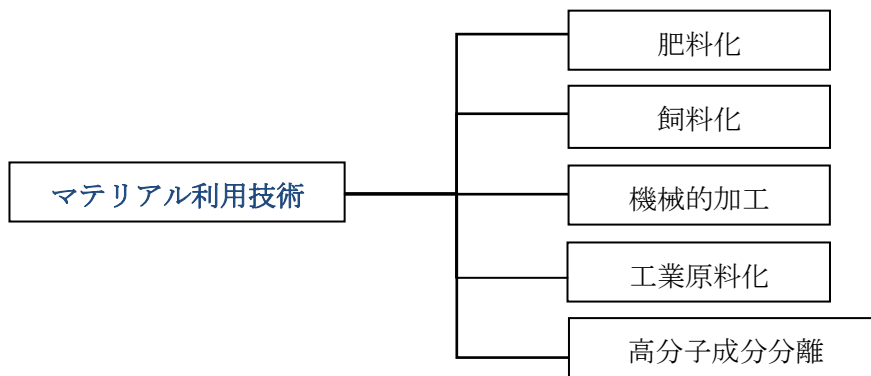


図 5-11 バイオマスのマテリアル利用技術体系

### 3-2. バイオマスの種類による利活用技術

バイオマスは植物の光合成によって作られる有機性資源であるが、種類と特徴は多種多様であり、対象バイオマスに応じた変換技術の選択が必要となる。バイオマスタウン構想で対象となる地域バイオマスは、廃棄物系バイオマス、未利用バイオマス、及び資源作物の3つに分けられている。それぞれのバイオマス利活用利用されている変換技術を図 5-12 に示す。

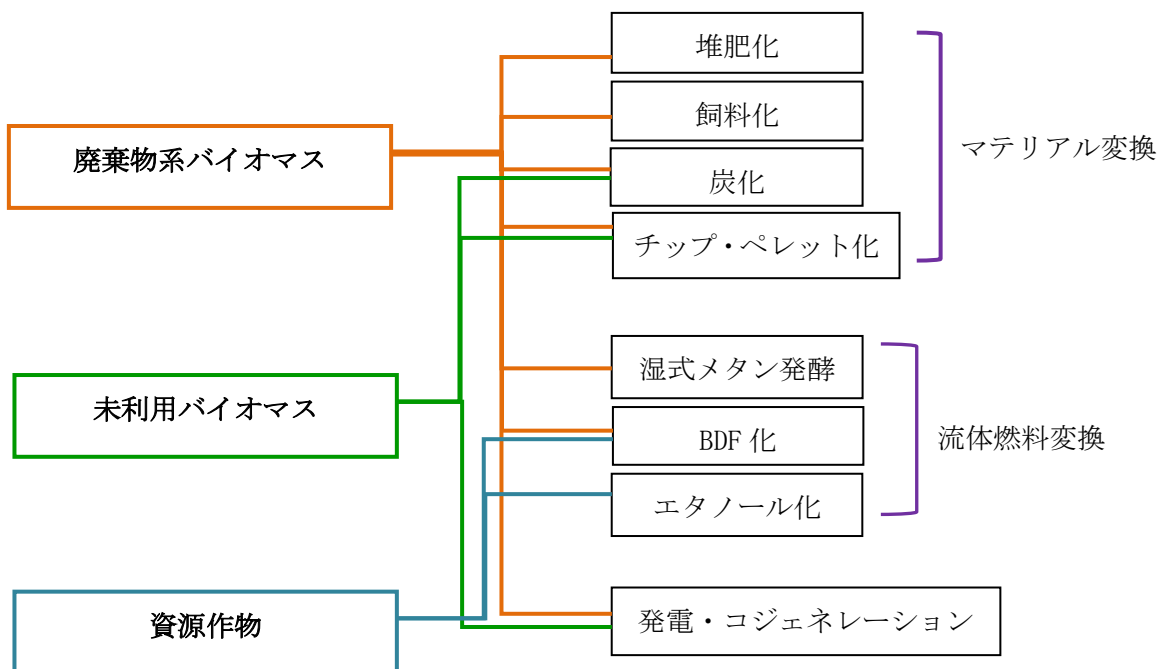


図 5-12 バイオマスタウンで検討されている利活用技術

廃棄物系バイオマスは都市部で排出される家庭ごみ、また一次産業に由来する家畜排せつ物や農業廃棄物などが含まれる。廃棄物系バイオマスは総じて水分を多く含んだものが多く、腐食が進みやすいことから、堆肥化や湿式メタン発酵が主な活用技術である。また、



食品廃棄物の家畜の飼料化や、廃食用油からのバイオディーゼル燃料変換も利活用方法として多くの自治体で検討されている。未利用バイオマスは林地残材などの木質系バイオマスが対象となっており、チップ、ペレット、木炭への変換や、直接燃料としてエネルギーに変換・利用される。資源作物については、耕作放棄地を利用して菜種や菜の花を栽培し、バイオディーゼル燃料に変換・利用する利活用方法が現在主要であるが、今後は穀物からのエタノール生産も増加すると予想される。

### 3-3. バイオマス利活用調査

今年度、鳥取県東部にある堆肥化事業施設 3 か所を見学した。固形堆肥製造施設として三光株式会社鳥取工場、コンポストセンターいなば、また液体肥料製造施設として因幡環境整備株式会社について取材を行った。その内容を以下に報告する

#### (1) 堆肥化施設見学

バイオマス利活用技術として、現在最も普遍的に利用されているのが堆肥化（コンポスト化）である。堆肥化設備は、対象とする原料、設備規模、施設を設置する地域によっていくつかの型式があり、堆積式、スクープ式、堅型密閉式、キルン式などがある。例えば家畜排せつ物を対象とした堆肥化では、大量に発生した原料に対して設備を低コストで整備する場合があります。堆積式やスクープ式の堆肥化設備が多く用いられている。また、堅型密閉式やキルン式は臭気対策が施しやすいことから、臭気基準が厳しい場所で選択される場合が多い。

#### 1) 事業例 1 三光株式会社鳥取工場

##### a) 施設概要

三光株式会社鳥取支店（本社:鳥取県境港市、社長:三輪陽通）は鳥取市福部町鳥取砂丘の南東辺、塩見川の東岸にある廃棄物処理企業である。同社の最大事業は焼却を基盤にしたリサイクル事業であるが、給食、食料品店、食品工場から廃棄される食品系廃棄物を利用したコンポスト事業でも知名度があり、この堆肥工場には遠方からも見学に訪れる事業者が多い。



写真 5-3 三光株式会社鳥取支店 外観



図 5-13 三光株式会社鳥取支店 位置 (Google Map)

## b) 会社概要

三光株式会社は、本社を鳥取県境港市に構え、社長は三輪陽通氏。昭和 47 年(1972 年)に前身となる三光産業を資本金 300 万円で創業。昭和 54 年(1979 年)に分離独立し、三光石油を創業。平成 5 年(1993 年)に三光産業と合併し、現在の三光株式会社がスタートした。順調に増資が行われ、現在資本金 4,800 万円。同グループでは鳥取県と島根県の両県に 14 か所の事業所を持ち、従業員数 198 名、収集運搬車両保有台数 100 台。収集先は中国、関西圏だけでなく関東圏にもおよび山陰有数の廃棄物処理企業に成長しつつある。三光株式会社鳥取支店の堆肥工場は平成 19 年(2007 年)に稼働を開始している。(三光株式会社『三光株式会社 SANKO』2011 年)

## c) 生産工程

### ① 生産施設

堆肥工場は事務所敷地内の北辺に位置するシャッターを伴った大型の建屋である。建屋南側から内部に入ると東側に高さ 5 メートルほどの 3 基の大型コンポスト発酵槽が並び、その背後には製品を排出する小型のベルトコンベアが設置されている。西側には原料である廃棄食品類、おから、未発酵のコンポストが積み上げられている。正面奥にはベルトコンベアと回転ドラム式のふるいを備えた選別機と製品となった堆肥が入った袋が置かれていた。訪問した際に倉庫内では、作業員 2 名が粉塵マスクを着用し作業をしていた。搬入出用出入り口付近では腐敗臭とアンモニア臭が多少鼻に付いたものの、さほど強い臭気ではない。実際の作業はシャッターを閉鎖して行っていることと、脱臭施設が建屋外部に併設されているので、周辺環境へ臭気の漏れの問題はほとんどない。



写真 5-4 コンポスト施設内部



写真 5-5 コンポスト施設外部

### ② 受入原料

受入原料は産業廃棄物、一般廃棄物ともに受け入れている。主に食料品店、給食、コンビニエンスストア、食品工場、食品加工工場で廃棄された食品廃棄物と鳥取県内から持ち込まれた下水汚泥である。食品廃棄物と一般下水でのコンポスト生産を基本としている。それに加えて、堆肥の発酵を促進する目的で原材料内に間隙を作るために林産試験場や木材加工工場から無償で提供されるおがくずや木材チップを投入する。また境港の本社から基準を満たした動植物性廃棄物も原材料として輸送されることもある。鉱物系廃棄物、家畜糞尿は投入してはいない。コンポストの生産した後に出てきた未発酵物も再投入している。

受入原料の中には金属片やプラスチックの混入物がある。金属片はスプーンなどで、たまに包丁が出てくこともある。金属片は積み上げ作業の中で発見したものを手作業で取り除くか、発酵後のふるい選別工程で取り除く。プラスチック片は弁当などの包装材から混入するもので、弁当などは破袋機にかけてプラスチックと食品廃棄物を分離している。



写真 5-6 コンポスト原料（生ごみ）



写真 5-7 コンポスト原料（おがくず）

### ③ 発酵工程

コンポスト発酵槽は3基設置されており、24時間稼働し、14日間で完熟する。一基当たり容量60t、日量8tの処理が可能。発酵槽内部では吹出口のある攪拌翼が三本回って送風攪拌し、好気性発酵を助けている。温度は摂氏70度以上になるように調整を行う。工場では発酵槽に空気を送るエアレーションにヒーターがついており、外気が冷たい時に温めることもできるが、通常、加温冷却などの温度調節を行っていない。完熟すると温度は50度以下に下がって、発酵が終了したことがわかる。

発酵はアルカリ性で進行するので、pH値は7.5以上、8.0弱で発酵させる。発酵調整は特に行っておらず、発酵菌も自然界の菌をそのまま利用している。発酵の様子を目視判断し、場合によって水をかけたり、おがくずを投入したりする。成分は投入物によって変わる可能性があるため年2回分析を行っており、構成成分を有機肥料袋の表に表示している。発酵槽のメンテナンスは随時行っている。定期点検は3年に一度実施する。発酵後の完熟堆肥は発酵槽の後部にあるベルトコンベアを使って、選別工程に送られる。

### ④ 選別工程

コンポスト発酵槽からベルトコンベアを使って集められた完熟堆肥は、ドラム回転式のふるい分別機にかけられる。この際にも混入異物を除去する。またふるい上の残った未発酵物は新しい原材料と混ぜて再びコンポスト発酵槽に投入されるため、製造残渣はほとんど出ない。

### ⑤ 製品化工程

堆肥は粉状になり、ペレットであれば2週間、堆肥であれば1か月ほど寝かせる。その後、これを加湿調整し、一部はペレット成形機にいれ、袋詰めする。堆肥はすでに発酵が完了しているため基本的には長期保存に耐える。





写真 5-8 コンポスト発酵槽



写真 5-9 コンポスト裏のベルトコンベア



写真 5-10 ドラム回転式ふるい選別機



写真 5-11 袋詰めされた有機堆肥



写真 5-12 袋に書かれた成分表示

#### d) 周辺環境への配慮（脱臭システム）

工場東側に脱臭システムを備えており、発酵の際に発生するアンモニアなどを中和及び吸着させている。まず発酵槽からパイプで発生ガスを導き、パイプ内で希硫酸を噴霧し、アンモニアを除去した後、脱臭槽に導く。脱臭槽は下部に 1m 深さのガラス発泡材の層、その上に活性炭と木屑の層があり、ここで臭気物質を吸着させたのち、大気中に放出している。パイプは鉄ではすぐに腐食するため、ステンレスか塩化ビニールを使用している。この工程では廃水が出ない仕組みになっている。



写真 5-13 脱臭システム施設



写真 5-14 希硫酸タンク

#### e) 経営面

##### ① 年間収支

収支は受入原料の廃棄物処理量が主であり、鳥取支店の収入全体の中で処理されるため堆肥化施設のみの収入を算出することは難しい。ただ堆肥化施設は赤字部門ではなく、収益部門として経営に寄与している。堆肥化施設の月およそ 300t が処理され、40-50t が生産、販売される。国、県、市などからの助成金は受け取っていない。工場部門従業員は 3 名。さらに設備修繕費はあまり大きくないが、設備の老朽化に伴い増加する。財務上は減価償却 7 年で計算している。しかし実際は延命処置を行っていくことになる。

##### ② 製品販売

本製品は有機堆肥として発酵力が強く、発酵促進材点肥料原料として重宝されている。県内の農家のみならず、京都などの県外からも購入者が来ることがある。系列のガソリンスタンドでも販売している。これだけの設備で生産管理をしっかりと行い、有償販売している堆肥施設は全国でも珍しい。事業開始当初は堆肥を生産しても売れずに無償提供することもあったが、現在は需要と供給のバランスが安定している状況である。

15 キログラム定価 500 円で販売しているが、工業引取りや大量購入の場合は割安で提供している。



写真 5-15 有機堆肥、堆肥ペレット販売の様子

### ③ 販路開拓

有機堆肥の市場がなかなか拡大しないというのが販売上のボトルネックになっている。施設開所当初の1年半の間、無償で近隣の農家に有機堆肥を提供して、普及に努めた。有償化以降もその農家に継続して購入してもらっているが、まだ知名度が低い状況である。この有機肥料を口コミで聞きつけた県内の農家が、この有機堆肥のみで米作りをし、生産した米を持ってきてくれたことがあった。また、以前大手スーパーが食品販売者、購入者、堆肥工場、生産者の適切な循環を促す食品リサイクルループプロジェクトに取り組んでいるが、いまだ構築はできていない。ホームセンターなどへの販路の開拓は、提携実績のある他者との競合やリコールのリスクなどもあり、新規参入が難しい。

### ④ 行政への要望

堆肥化対象廃棄物、特に廃棄食品類は自治体が焼却処理をしており、その処理手数料が低く抑えられている。この処理料金が他の処理料金の指標となってしまうために、処理料金の適正化が行われず、リサイクルが進まなくなってしまう。静脈産業育成のためにこの点での方策が必要とされている。また県や市では有機堆肥の利用促進を図る方策をとってもらえると助かる。

## 2) 事業例2 コンポストセンターいなば

### a) 施設概要

コンポストセンターいなばは、鳥取市伏野の白兔海岸から南へ2km内陸に入ったごみ処理施設が集まる区画の南端に位置する汚泥堆肥化施設である。同施設は鳥取県内5市町村が共同で出資した鳥取県東部広域行政管理組合によって運営されており、4名が常勤職員として運営にあっている。ただし設備の運転は施工業者である住友重機械工業に委託している。鳥取市内に近い尿処理施設因幡浄苑と対になる施設であり、かつて焼却処理されていた尿、浄化槽汚泥を有効活用し、有機堆肥として再生している。同施設は平成11年（1999年）5月に総事業費18億円をかけて、山地斜面の造成地に建設された。計



画上の汚泥処理能力は 10.35t/日（含水率 75%）、製品能力 3t/日（含水率 35%）。施設の附属施設として、施設周辺のかつて最終処分場であった土地に多目的広場などを造成し、近隣住民に開放している。



写真 5-14 コンポストセンターいなば外観



図 5-14 施設位置 (Google Map)

#### b) 経営主体概要

同施設の経営主体は鳥取県東部広域行政管理組合と鳥取市である。鳥取県東部広域行政管理組合は鳥取県東部圏域の 1 市 4 町（鳥取市、岩美町、智頭町、若桜町、八頭町）において事務効率の上で広域に処理することが妥当と思われる事業を行うことを目的に昭和 53 年（1978 年）に設置された広域行政機構である。消防、廃棄物処理関連施設、し尿処理、霊園管理、介護認定、障害者福祉などの多様な業務を行っている、し尿処理に関しては昭和 45 年（1970 年）に広域でし尿処理を行う鳥取市外九か町村衛生施設組合が前身として設立され、翌年鳥取市秋里でし尿処理場が業務を開始する。さらに昭和 53 年（1978 年）の鳥取県東部広域行政管理組合の発足に伴い、他の三広域組合とともに合併された。2011 年現在、同組合では管理者に鳥取市長、副管理者に岩美町長、智頭町長、若桜町長、八頭町長、鳥取市副市長が就任し、一般職員 324 名（事務職員 19 名、消防局職員 305 人）が勤務している。平成 23 年度（2011 年）の予算規模は 51 億 9700 万円。歳入のうち 47 億 5800 万円（91.6%）が各市町村による分担金。歳出は消防費が最も多く、30 億 7800 万円（59.2%）が支出されている。し尿処理費は 4 億 441 万円（7.8%）に過ぎない。（東部広域行政管理事務局「東部広域行政管理事務局」）

#### c) 生産工程

##### ① 工場施設

コンポストセンターいなばは管理事務所、会議室、堆肥化施設を併設した二階建ての建屋である。建屋周辺には一般市民に開放された多目的広場やグラウンドゴルフ場が広がり、堆肥化施設による臭気は一切ない。建屋西側が入り口となっており、2 階事務所へ続く玄ホールと、その奥に受入原料を搬入するシャッターのついた搬入口がある。さらに南側にシャッターを伴う堆肥化施設への資材搬入口、製品搬出口が連なっている。2 階北西側区画は事務室や会議室などがあり、事務を行えるスペースとなり、堆肥化施設区画は、2 階建屋南側、西側、1 階玄関を除く全区画となっている。製造工程は密閉化、オートメーション化が図られており、外環境と隔離されている。そ

のため工場内での粉じん、臭気などは発生しておらず、作業員に集塵マスク等の着用は見られない。さらにベルトコンベアは距離を短くするなど故障が少なくなるように設計されている。

施設の日当たりの汚泥受入可能量は 10.35t、実際の受入量は多い日で 7・8t、少ない日で 4t を受け入れており、受け入れにはまだ余裕がある。全工程を通じて薬剤、発酵促進剤、乾燥剤などの添加はせず、汚泥のみで堆肥を製造している。製造工程は全量堆肥化されており、製造残渣は発生していない。

堆肥化工程は大きく原料受入、予備乾燥、第一次発酵、第二次発酵、製品化に分かれており、製品化されるまでおよそ 30 日から 40 日間かかる。次に各工程について順を追って報告する。



写真 5-17 コンポストセンターいなば正面玄関 写真 5-18 会議室でのブリーフィング

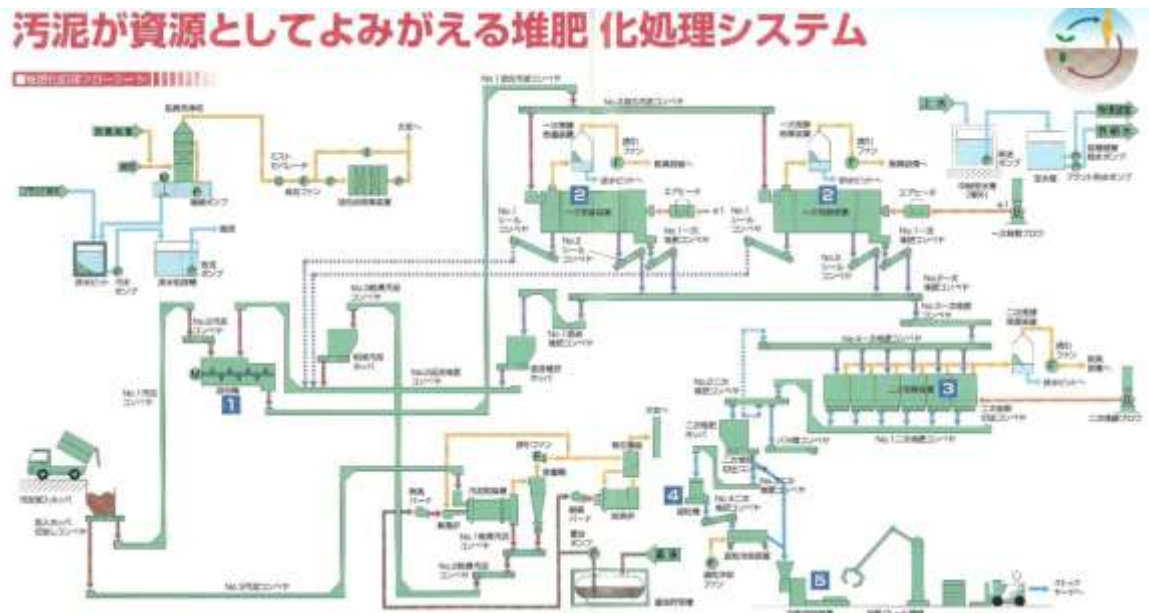


図 5-15 堆肥化システムフロー図

(出典：鳥取市役所 環境下水道部 下水道企画課 計画係)

## ② 原料受入

受入原料はすべて一般家庭のし尿、浄化槽汚泥、集落排水汚泥であり、一般下水道からの汚泥は含まれない。鳥取市は市内に温泉が点在するため、一般下水汚泥は重金属の含有量が多くなる傾向があり、堆肥化には不適當である。本施設へは各市町村からの運搬車両によって搬入され、受け入れホッパーに投入される。汚泥は含水率 70%程度であり、臭気やプラスチックゴミなどの混入はほとんどない。5 市町村からの汚泥の発生総量は、ここ 10 年であまり大きな変化はないが、近年集落排水施設の建設を推進しているため、し尿浄化槽の汚泥量が減少し、集落排水施設からの汚泥が増加する傾向にある。平成 22 年度（2010 年）実績では、し尿・浄化槽汚泥搬入量 26,938t、集落排水施設汚泥搬入量 20,494t である。



写真 5-19 原料受け入れホッパー



写真 5-20 受入原料（汚泥）

## ③ 予備乾燥

受入ホッパーに入れられた汚泥は 70%の含水率でまだ水分が多く、発酵に適さないため、重油を使った乾燥機で予備乾燥処理を行う。一方で汚泥のすべてを乾燥機に投入してしまうと、汚泥に生息する発酵に有用な菌まで高温のために死滅してしまうため、本施設では汚泥を二つに分け、一部を乾燥機に投入して含水率を 30%に落とし、混合器で乾燥させない汚泥と混合させることで、菌を死滅させないで含水率を 50%程度に落とす工夫をしている。また混合の際には第一次発酵装置内の発酵済み汚泥の一部も混合器に返送し、発酵促進効果を得ているとみられる。（鳥取県東部広域行政管理組合・鳥取市『因幡浄苑／コンポストセンターいなば』 p 11-12）



写真 5-21 汚泥乾燥機



写真 5-22 混合器

#### ④ 第一次発酵

混合器から密閉式ベルトコンベアを使って搬出された堆肥はドラム状の第一次発酵装置に投入され、約 2 週間、内部に取り付けられた攪拌翼で攪拌され、発酵が促進される。発酵装置には小型のヒーターが取り付けられてはいるが、温度調節のために使用されることは全くない。汚泥は 80 度近くまで高温で発酵し、その際にし尿汚泥に含まれる病原菌のほとんどが死滅する。ドラム内部の攪拌翼は平日のみ稼働しており、休日は稼働が停止する。しかし内部の発酵にはほとんど支障がない。

また攪拌翼は低速で稼働しており、特に故障を起こすこともないため、定期的に発酵装置内部の点検や清掃を行うことはない。特に内部での発酵菌の維持が重要であるので、そのままにしてある。



写真 5-23 第一次発酵装置



写真 5-24 第一次発酵装置

#### ⑤ 第二次発酵

第一次発酵装置から搬出された堆肥は、次に第二次発酵装置へ投入される。この工程では、汚泥に含まれる分解しにくいセルロースなどの繊維をゆっくりと分解するために 20 日ほどかけて二次発酵を行う。完熟した堆肥は含水率 25%から 30%にまで低下し、サラサラとした粉状になる。





写真 5-25 二次発酵装置



写真 5-26 二次発酵中の堆肥

#### ⑥ 製品化工程

粉状になった堆肥を造粒機に送り、成形機に入れ、15 kgずつ袋詰めにする。一旦袋詰めした堆肥は委託販売先である JA 鳥取いなばが引き受けに来るまで、ストックヤードに保管される。製品の成分は毎月検査をし、成分表示を書き換えている。さらに年に一度農林水産省から認可を受けるためにより詳細な検査を行う。



写真 5-27 自動袋詰装置



写真 5-28 スtockヤードにおかれた製品

#### d) 周辺環境への配慮

##### ① 脱臭システム

本施設での脱臭システムは1階工場内部の予備乾燥装置の近くに備えており、発酵の際に発生する臭気を集め、脱臭炉において重油を用い 700°C の高温で焼却処理をする。さらに臭気の一部は、希硫酸の入った脱臭洗浄塔でアンモニアを除去したうえで、活性炭吸着塔で吸着させ大気に放出する。



写真 5-29 脱臭炉



写真 5-30 活性炭吸着塔

## ② 廃水処理

工場内で使用された廃水は廃水処理槽に集められ、活性炭による吸着処理が行われた後に放流される。

## e) 経営面

### ① 年間収支

収支は堆肥を唯一の収入とみなすのであれば赤字である。堆肥による年収入は卸値で 300 万円ほどにしかない。一方、施設職員 4 名の人件費を含めた施設維持費などの支出はおよそ 9,000 万円に及ぶ。この費用は組合に加盟する 5 市町村により、人口割り、実績割りを組み合わせて補填される。堆肥による収入は実際には電気代にもならない。しかし、収支はし尿を焼却処理する費用や施設の公益性の面からも考慮する必要があり、一概には財政面でのみ施設の有用性が評価できるものではない。設備修繕費はほとんど故障なく稼働しているため大きなものはない。さらに施設自体の耐用年数は長く、修理延命が可能である。

### ② 製品販売

製造した有機堆肥は全量 JA 鳥取いなばを通じて、『いなばコンポ』（平成 12 年 10 月 1 日普通堆肥として登録）の名称で 15 kg 入り 252 円で委託販売している。この製品価格は市販のものよりも安く設定されている。平成 22 年（2010 年）実績で 27,279 袋製造し、全量売り上げる良い実績を残している。製品は堆肥として一般的用途に用いられ、特に葉ものの生育補助に良い効果がある。また土地改良材として使用されることもある。



写真 5-31 有機堆肥製品の粒子

### ③ 販路開拓

同施設では、販路については JA にすべて委託しており、独自に販路開拓は行ってい



ない。JA という広範な農家のネットワークを持つ組織をパートナーに選んだことで、すでに鳥取県内における堅固な販路を確保していると見ることができる。

## (2)液肥化施設見学

### 事業例 3 因幡環境整備株式会社

#### a) 施設概要

因幡環境整備株式会社は、本社を鳥取県鳥取市用瀬町に構える廃棄物・下水処理管理業務に強みを持つリサイクル企業。代表取締役は国岡稔氏。昭和 41 年(1966 年)に前身となる八頭合同清掃株式会社を創業し、一般廃棄物処理と浄化槽清掃業務を開始。昭和 53 年(1978 年)浄化槽保守点検業務開始。昭和 61 年(1986 年)に商号を現在の因幡環境整備株式会社に変更。その後、業務多角化を進め、平成元年(1989 年)に下水道維持管理業務、平成 4 年(1992 年)に産業廃棄物処理業務、平成 16 年(2004 年)に食品リサイクル事業、平成 18 年(2006 年)にプラスチック製容器包装リサイクル事業と次々と業務を拡大している。平成 10 年(1998)には、ISO14000 も取得している。工場は鳥取市用瀬町にある本社敷地に隣接する用瀬工場の他に、プラスチック製容器包装リサイクル事業を行ういなばエコリサイクルセンターを平成 18 年、鳥取市船木に設置した。2010 年現在、資本金 1,500 万円、従業員数 150 名。(因幡環境整備株式会社ホームページ『会社案内』2012)また、農業、小売部門にも進出しており、6 ha の農場を借り、自社のリサイクル液肥で野菜を生産。生産した野菜を「大国」ブランドで商品化して、鳥取市内的場に開設した自社所有の直販店「こだわり菜園」で販売している。またリサイクル液肥利用を行うために、生ごみ回収を鳥取市南部地域、智頭町、八頭町に展開しており、「善循環の食品リサイクル」の創造を掲げるユニークな事業を行っている。



写真 5-32 因幡環境整備株式会社本社 正面玄関



図 5-16 本社 (A) とエコリサイクルセンター工場 (B) の所在地 (Google Map)

## b) 液肥製造工程

### ① 工場施設

液肥製造工場では、2004 年から食品廃棄物から液肥を製造するリサイクル事業を開始した。同社は液肥化施設を 2 カ所に保有しているが、今回は本社北側の敷地の一角に設置された「液肥スーパー大国用瀬工場」を見学した。同工場は液肥化プラントの入った建屋と、液肥を貯蔵しておくタンクで構成されている。液肥化プラントとして、群馬県の企業 BePCCS 環境緑化研究所から液肥装置「あぜりあ」を一式購入し、導入している。建屋前面には一般家庭からの生ごみを回収するためのプラスチック容器や工場から回収された食品廃棄物が入った一斗缶などが並べてあった。訪問時、従業員 1 名が生ごみを液肥化プラントに投入する作業を行っていた。液肥化の各工程を、原材料回収、前処理、発酵過程・蓄蔵の各工程から述べてゆく。



写真 5-33 液肥スーパー大国 用瀬工場 外観

### ② 原料回収

同社の食品リサイクルの原料となる生ごみは、鳥取市南部地域、智頭町、八頭町の自

自治会から回収されてくる家庭系生ごみと、食品加工工場から搬入される事業系生ごみがあり、家計系生ごみはおよそ 200t/年、事業系生ごみは 870t/年。県外の食品工場などからも搬入されている。

このリサイクル事業は三市町のモデル事業として位置づけられており、同社社員が、市町の役場職員と一緒に直接一つ一つ自治会を回って回収を提案し、協力を頂けた自治会から生ごみの分別をお願いしている。同社には 40 年間に渡り、この旧八頭郡周辺で廃棄物回収処理、浄化槽管理を行ってきた実績があり、そのノウハウを活用している。以前、この地区では生ごみは水切りをし、可燃物として捨てていたが、同社は生ごみの分別区分表を各世帯に配布し、分別をお願いした。生ごみは各自治会のゴミステーションに設置している 60ℓ のプラスチック容器に入れてもらう。回収容器には蓋にゴムパッキンが付いており、密閉が良く、さらに回収は適切な頻度で行っているため悪臭や鳥獣による被害は今のところない。通常、午前中に回収を行い、昼には工場での処理を行う。現在 4 台のトラックをフル稼働させて回収している。



写真 5-34 ゴムパッキン付回収容器



写真 5-35 工場前ヤードに重ねて積まれた回収容器

同社の生ゴミ回収のシステムを地域に導入するに当たり考慮したのは、生ゴミ区分の敷居を低くして、皆が参加しやすいシステムとした点である。分別が困難なごみに対しては、迷うのであれば今まで通り可燃物として処理してもらうことを伝えた。また以前の生ゴミ回収では水切りの必要があったが、同社のシステムでは液肥化するので水切りの必要がなく、ひと手間少なく、ごみ回収ができるメリットを訴えた。

**生ゴミはリサイクルする時代です!**  
生ゴミ=食品循環資源 生ゴミは大事な資源です。

**生ゴミ液肥化の分別区分表**  
分別に際し以下の点にご注意ください。

**液肥にできるもの (食べられるもの)**  
魚油、魚、パン・ケーキ、野菜、動物の皮、果物、肉、エビ・海老、あさり・しじみ、こんにゃく、冷凍食品、餅の類

**注意が必要なもの**  
天骨や骨、コンブ・ワカメ、ササゲ・アザミ等 大きな葉物、玉ネギの葉、タマネギ、ニンニク、大根、人参、リンゴ、梨、みかん、オレンジ、柚子、柿、バナナ、パイナップル、メロン、スイカ、西瓜、かんきつ類、ササゲ、アザミ等 大きな葉物、玉ネギの葉、タマネギ、ニンニク、大根、人参

**液肥にできないもの (食べられないもの)**  
水・炭酸・調味料、たばこ、すり鉢、食品・ガラス類、プラスチック容器、石・土・コンクリート、薬(アネロール(薬品の主成分)・調味料・食品)

固循環整備は、循環型社会をつくるため、私たちに最も身近な生ゴミ(食品循環資源)のリサイクルに積極的に取り組んでいます。

巴城建設株式会社  
TEL: 027-273-2100 FAX: 027-273-2101

図 5-17 善循環のリサイクル広報資料

このような努力もあり、2004 年当初、智頭町およそ 130 世帯でスタートした食品回収事業は、2010 年現在、およそ 600 世帯に増加し、同地域の全戸数の 23%の世帯が取

り組んでいる。さらに、2007年1月に八頭町、7月に鳥取市の自治会にも広がり、2010年実績で八頭町1300世帯、鳥取市240世帯。1市2町を合わせて2140世帯、198.2t/年を回収している。今後、八頭町でのさらなる拡大を予定している。

事業系生ごみは、2006年鳥取県東部地域の公立病院など65カ所から排出される生ごみを回収しており、年間およそ540tに上る。さらに県外のジャム工場などからも150t/年を受け入れている。

食品循環資源（生ごみ）収集状況
<p>■ 年間収集量（2010年度）約 870t</p> <p>内訳 家庭系 約 182t（20.9%）</p> <p>事業系 約 538t（61.8%）</p> <p>県外 約 150t（17.2%）</p> <p>■ 実施状況（2011年6月現在）</p> <p>一般家庭 2140世帯 （鳥取市南部240世帯、八頭町1,300世帯、智頭町600世帯）</p> <p>事業系 約 65社</p> <p>ホテル、スーパー、レストラン、学校給食、病院等</p> <p>（参考）</p> <p>鳥取市南部・八頭町・智頭町 約 12,500世帯</p> <p>一般家庭への進捗は約 17.1%の世帯</p>

（因幡環境整備株式会社 プレゼンテーション資料 2011:p8）

### ③ 前処理

各回収ポイントから回収されてきた生ごみ用回収容器は、一時的に工場前のヤードに保管される。各ゴミステーションでは、空の物と交換で容器ごと回収される。回収方法としてパッカー車に生ごみをバルクで積み込むことも考慮したが、その場合、処理場のヤードを広く取らなくてはいけなくなるため、軽量で重ね積みできるプラスチック容器の方式をとっている。また事業系の生ごみも同時にヤードに一時保管される。

次に手選別によって、プラントを傷める可能性のある混入物を生ごみの中から除去する。この工程では、レストランや病院給食などの事業系の生ごみを重点的に行う。事業系生ごみは特に箸、フォーク、ナイフなどの混入物が多い。逆に家庭系生ごみの純度は高いのでさっと眺めて問題がないようであれば、そのままプラントに流し込む。分別に協力してくれる自治会の住民には意識の高い人が多く、ほとんど混入物の問題はない。

### ④ 発酵過程・蓄蔵

前処理の済んだ食品を建屋外部にある投入口から液肥化装置に投入する。液肥化装置は BePCCS 環境緑化研究所製の液肥装置「あぜりあ」である。装置の内部構造、発酵過程は BePCCS 環境緑化研究所の社秘となっているが、発酵に用いられるのは自然界に生息する微生物を利用していると説明されている。工程を簡単に述べると、投入された生ごみは、第一槽においてスクリー状のカッターで破砕、第二槽で液状化、第三槽で攪拌され、第四層で熟成、第五槽で貯蔵される。この過程の中で乳酸菌と酵母菌によ



る発酵が行われ、最速一週間でアミノ酸値の高い液肥が製造される。しかし、実際はタンク内で1週間以上熟成させて販売している。



図 5-18 液肥装置「あぜりあ」の装置解説

品質は半年ごとに定期的にチェックをしているが、今後もっと細かくチェックをしてゆくことを考えているが変動もさほど大きくない。発酵に使う菌も追加投入することはない。ただ、pH が適正以上に振れるときには、ジャム工場からの廃棄ジャムを栄養源として加えることで安定化させている。食料品内の塩分については問題ない。さらに装置自体のメンテナンスは、スクリーなどを自社でメンテナンスすることはあるが、全体のメンテナンスは行うことはできない。月に一度、群馬の製造元からメンテナンスのために職員がやってくる。



写真 5-36 装置に投入される食品



写真 5-37 堆肥化工場 内部





写真 5-38 循環槽で攪拌される液肥原料



写真 5-39 工場内での解説



写真 5-40 スクリーニング装置



写真 5-41 攪拌槽の攪拌装置

製造された液肥は施設外部に設置している貯蔵タンクに入れて保管している。長期保管をしても内部の組成に大きな変化は見られていない。こういった組成の試験は、鳥取大学との共同研究の中で行っている。

#### c) 液肥販売

液肥の総生産量は、日当たり 12.9t (内訳、智頭工場 4.7t/日、用瀬 7.3t/日)。2 施設で年間約 1,360t である。製造された液肥総量の内、73.5%にあたる 1,000t を自社農場に使用し、販売等は 26.5%の 360t。液肥販売の価格設定は、大口は割引して設定しており、トン当たり 3,000 円。小口の 20 リットルは 500 円で販売している。トラックで買いに来る人もいるが、自社のタンク車を使って、購入者の畑に流し込むことも、追加で輸送料金を頂いて請け負っている。



写真 5-42 生産された液肥



写真 5-43 液肥保管用タンク

販売される液肥は、生産者に購入しやすいように液肥の特長、効能、成分分析、安全性をチェックし、わかりやすく情報提供を行っている。同社の「液肥スーパー大国」（特殊肥料）の特長は、①アミノ酸と有機酸の含有量が高い。②土壌改良効果がある。③酸性（pH3.5程度）であるために、病害虫の発生を抑える効果がある。④農作物の生長に必要な微量元素（銅・亜鉛・鉄・モリブデン・ホウ酸）を含んでいるため、病気に対する抵抗力がある。更なる性能試験も行われている。

液肥は主に追肥に利用されるが、葉面散布を行うことで防虫効果もある。液肥は従来のNPK（窒素・リン・カリウム）の効能を基準とした肥料ではなく、アミノ酸の効能を引き出すことを目的とした肥料である。もちろん液肥だけで品質もしっかりとした作物ができるが、生産者の中には、一般的な肥料と混ぜて使う人もいる。

液肥の販売は、生産者によってさまざまな販売方法で提供している。液肥を自社のタンク車に入れ、依頼主の畑に撒く方式や依頼者がタンクを購入し、自分で散布を行うものなどがある。同社では、液肥の販売料金の他にサービスに応じて、運搬料金を頂く。液肥の農地投入は散布も行われるが、液肥独特のにおいにクレームが出ないようにするために、溝掘りをしたうえで、液肥を流し込む方式を行うことが多い。

現在自社の使用割合が高く、一般生産者への販売量を増やすことが課題となっており、購買農家の掘起しのためにさまざまな試みを行っている。まず、慣れていない肥料を使うことには抵抗があるので、生産者の会を組織し、実際に使用している人のケースを紹介したり、意見交換や、使い方を相談する機会を設けたりして、生産者と一緒に考えている。

#### d) 農園経営

同社では行政の貸付事業を通じて、中山間地域の遊休生産農地 6ha を賃借しており、実際に液肥を使って生産できることを実演すると共に、生産した野菜の販売を行っている。野菜の売り上げはさほど大きいものではないので将来への投資と考えている。農園では根菜類を中心に職員 5 名、パート 2 名の構成で作業を行っている。現在借用している耕地は小規模で、かつ分散しているため、今後の作業の効率化にはある程度の大規模の耕地面積の借用が必要。新規借用する時には、概ね化学肥料で土が弱っている場合が多く、土壌改良剤として液肥を投入し、土づくりから行う必要があるために安定した野菜の栽培には時間を要する。

生産された野菜は、長期鮮度保持・計画出荷が可能ないように特殊な保管庫で保管される。同社は「氷感」と呼ばれる 0℃周辺で電圧による振動を与えながら保管する技術を用いた保管庫 2 棟（28 坪）を保有し、長期鮮度保持と安定出荷を行っている。

農業関係状況（2011年／6月現在）	
■ 自社の取組	
農地（借地）	約 571 a （=5.7 ha）
智頭町地内	約 130 a
鳥取市地内	約 406 a
若桜町地内	約 35 a
生産物実績 2010年度（4月～3月）	
米	7.3 t
玉ネギ	11.2t
ニンジン	11.5t
ジャガイモ	2.6t
サツマイモ	890kg
その他（コールラビ、葉物野菜等）	
■ その他の取組	
液肥使用生産者会員数	約 200 名
こだわり菜園出荷生産者	約 55 名

（因幡環境整備株式会社 プレゼンテーション資料 2011:p23）

#### e) 野菜販売

平成16年（2004年）7月、鳥取市内的場に自社生産の野菜直販店「こだわり菜園」を開設し、野菜の販売を開始した。自社のリサイクル液肥で栽培された野菜を「大国」ブランドで商品化し、リサイクルループを紹介するアンテナショップとしての役割を担っている。当初は品揃えがなく他所からの生産物も仕入れて販売していたが、現在は農場から生産された多様な商品を並べられるようになり、ようやく消費者に購入してもらえるようになってきている。また、市内スーパーや病院、飲食店、給食センターへの納品も進め、リサイクルループの「見える化」を進めている。



写真 5-44 こだわり菜園 外観



図 5-19 「大国」ブランド  
（出典：同社ホームページ内）

農産物販売状況 (2011年/6月現在)

■ 直売

こだわり菜園 (国道 29 号線市立病院付近)  
鳥取駅前市場 (産直野菜販売コーナー)  
鳥取駅前サンロードおふくろ市(毎月第 4 日曜日)  
智頭街道軽トラ市等各種イベント参加  
インターネット通信販売

■ 業務用販売

(販売先)

学校給食センター・幼稚園・病院・社会福祉法人・ホテル・その他

■ 業務用販売量

米 500～600kg/月  
ニンジン 500kg/月  
ジャガイモ 300kg/月  
玉ネギ 600kg/月

■ 長期鮮度保持と安定・計画的出荷施設

氷感庫 2 棟 (5 区画 28 坪)

■ 農産物への付加価値 (安心・安全)

有機 JAS・鳥取県特別栽培認定取得

■ その他

「食のみやこ鳥取県」推進サポーター登録済 (2009/12)

J-VER(カーボンオフセット)付野菜の販売

(因幡環境整備株式会社 プレゼンテーション資料 2011:p34)

f) 情報発信

鳥取では、一般の市民の中に農地を持っており、兼業農業の割合も大きいことから、液肥新規利用者の掘起しのために駅前商店街で野菜の出張販売をするなどの情報発信を行っている。液肥製造施設においては、環境セミナーや勉強会の開催や、製造工程見学も随時受付けている。

g) 経営面

① 液肥事業導入のメリット

堆肥生産よりも処理スペースが少なくて済み、製造過程において匂いが少ないため、居住の近くにあっても問題ない。長期間の保存も可能である。

② 事業採算性

本事業は収益部門ではなく、将来への投資部門である。最も大きな収入源は、生ごみを受け入れる時の処理料金であり、液肥や野菜の売り上げはさほど大きなものではない。企業からは、産業廃棄物として生ごみ処理費用をもらっている。行政からはパイロットプロジェクトとして見積もりをあげ、承認を受けた上で市や町から固定したプロジェクト予算をつけてもらって、やっている。事業の開始当初は自社からの費用を持ち出して開始した。

業者からは、リサイクルできるということで多少処理費用に色を付けてもらうことはできるが、ベースとしては焼却処分した場合の料金と競合することになる。またリサイクルへの関心には地域差があり、鳥取周辺ではまだ企業のリサイクル努力に対する理解が進んでいないのが現状。今後理解していただけるように努力してゆく必要がある。

③ 他組織との協力

JA などとの協力も期待されるが、今のところ残念ながら接点はない。事業内容も競合する部分があるが、協力関係を構築できればよいと思う。液肥の成分分析、効能などの研究は鳥取大学と共同で行っている。

表 5-14 鳥取県内 3 か所の堆肥化施設のまとめ

名称	三光株式会社鳥取工場	コンポストセンターいなば	因幡環境整備株式会社
事業形態	民間企業	鳥取県公的施設	民間企業
原材料受入れ量	3,600 トン/年	約 47 万トン/年	888 トン/年
原材料組成	食品廃棄物、下水汚泥、おがくず、木材チップ、動植物性廃棄物	一般家庭のし尿、浄化槽汚泥、集落排水汚泥	食品廃棄物（生ごみ）
回収事業所	食料品店、学校給食、コンビニエンスストア、食品製造・加工工場	し尿浄化施設、集落排水施設	一般家庭、ホテル、病院、スーパー、レストラン、学校給食など
堆肥化装置	堅型発酵装置	ケルン式発酵装置	液肥装置あぜりあ（BePCCS 環境緑化研究所製）
堆肥の種類	固体（ペレット）肥料	固体（ペレット）堆肥	液体肥料
発酵に要する日数	24 時間稼働で 14 日間	30～40 日	7 日以上
提供・販売先	県内外の農家	JA	周辺農家
年間生産量	480～600 トン	409 トン	1,360 トン、ただし 1,000 トンを自社農場で消費
販売単価	500 円/15 キロ	252 円/15 キロ	3,000 円/トン（大口） 500 円/20 キロ（小口）



(3)参考資料・インターネット資料

- 1) 因幡環境整備株式会社『生ごみはリサイクルする時代です!』 生ごみ液肥化の分別区分表 広報用資料 (2012年1月11日に入手)
- 2) 因幡環境整備株式会社『生ごみを液肥化…善循環の食品リサイクル～食品リサイクルループの構築事例～』 プレゼンテーション資料 (2012年1月11日に入手)
- 3) 『因幡浄苑及びコンポストセンターいなば 施設稼働状況』 会社内部資料、コンポストセンターいなば、鳥取市 (2011年12月8日入手)
- 4) 三光株式会社『三光株式会社 SANKO』 会社パンフレット、鳥取市 (2011年12月5日入手)
- 5) 三光株式会社『堆肥工場 製作工程 手順書』 会社内部資料、鳥取市、2011年4月1日 (2011年12月5日入手)
- 6) 鳥取県東部広域行政管理組合・鳥取市『因幡浄苑／コンポストセンターいなば』 パンフレット、鳥取市 (2011年12月8日入手)
- 7) バイオマス技術入門 (社団法人 地域資源循環技術センター発行)
- 8) (以下、インターネット資料)
- 9) 『因幡環境整備株式会社ホームページ』 <http://www.inaba-kankyo.co.jp/>
- 10) 『三光株式会社ホームページ』 <http://www.sankokk-net.co.jp/>
- 11) 鳥取県東部広域事務局「東部広域事務局・コンポストセンターいなば」『東部広域行政管理事務局・麒麟の王国』  
<http://www.east.tottori.tottori.jp/jimukyoku/shisetsu/inaba.htm> (2011年12月8日閲覧)
- 12) 鳥取県東部広域行政管理事務局「東部広域行政管理事務局」『東部広域行政管理事務局・麒麟の王国』 <http://www.east.tottori.tottori.jp/> (2011年12月8日閲覧)
- 13) 鳥取市役所 環境下水道部 下水道企画課 計画係「資源再生利用 (コンポストについて)」『鳥取市公式ウェブサイト』  
<http://www.city.tottori.lg.jp/www/contents/1190338353362/index.html> (2011年12月13日閲覧)

## 第6章 バイオマス利活用促進のための経済的手法の開発

### 1. マテリアルフローへの政策介入の複合的効果

循環型社会の形成を目指して、資源の循環的利用を促進する施策が求められている。バイオマスにおいても同様であり、カーボンニュートラルな資源として気候変動対策としての側面に加え、特に廃棄物系バイオマスに対しては循環資源としての側面からも利活用の促進が求められている。バイオマス・ニッポン総合戦略の一環として、あるいは循環型社会形成推進基本計画の一環としての施策が、国レベルで、また地方自治体レベルで導入されている。これらに加え、市民団体や地域組織による自主的な取り組みも数知れない。これらの一部は、同一の資源を対象としている。

一般的に、財の需給に影響を及ぼす施策は、市場の相互連関を通じて需要側か供給側のどちらかに集約されて効果を発現し、介入のない場合の市場の需給均衡から価格・取引量が変化する。上述の様々な施策はバイオマスの需要側・供給側のいずれに働きかけるにせよ、意図するところは市場規模の拡大である。供給側が一定で需要が拡大すれば価格の上昇と取引量の増大を、需要側が一定で供給側が拡大すれば価格の低下と取引量の増大をもたらす。一つの財のみに着目すれば複数の施策の効果は一つの市場に集約されるが、廃棄物系バイオマスにおいては、様相を異にする。廃棄物系バイオマスの供給側は、廃棄物処理サービス市場そのものであり、廃棄物処理の需要は供給された財と表裏一体になっており、単なる原材料としての市場と同一視するべきではない。循環資源の市場は廃棄物市場と財市場とが結合しており、それぞれが求めるマテリアルフローの調整が必要となる。

単純化のために循環利用のない生産から廃棄への過程を考えると、財市場における取引量の拡大は、原材料としての資源の採取量の増大と財の消費後の廃棄量の増大を帰結する。逆に、完全なクローズドループを考えると、財市場での需給変動が発生することは許されない。市場での変動は価格を変化させるが、同量の資源を消費し、同量を廃棄し、それを再び消費することとなる。原材料の追加的な投入を容認すれば、拡大方向の変動は可能となる。一方で、縮小方向の変動を可能にするためには廃棄もしくは長期的な保存を可能とするバッファが不可欠となる。循環利用の促進、あるいはクローズドループへの接近を志向することは、廃棄による需給変動の吸収を抑制することを意味する。

現実には完全なクローズドループは存在しない。循環利用の用途はもとの循環資源の発生時の用途とは異なることが大部分であるし、同一の用途での循環利用を行う場合には全体の市場規模が循環利用より大きいのか、廃棄や在庫としての保管が可能となっている。しかし、循環利用の比率を向上させようと取り組みを進めれば、廃棄物市場での取引量と財市場での再生資源の取引量との調整がもとめられる局面が増えることとなるであろう。廃棄物市場で求められる循環利用の水準に合わせて財市場を調整する制度として、拡大生産者責任下の各種リサイクル制度が存在している。財市場単独での資源需要では廃棄物市場の循環資源利用の要請に対応できないため、生産者・消費者による費用負担により調整が行われている。

廃棄物系バイオマスの利活用促進に関わる政策介入の枠組み

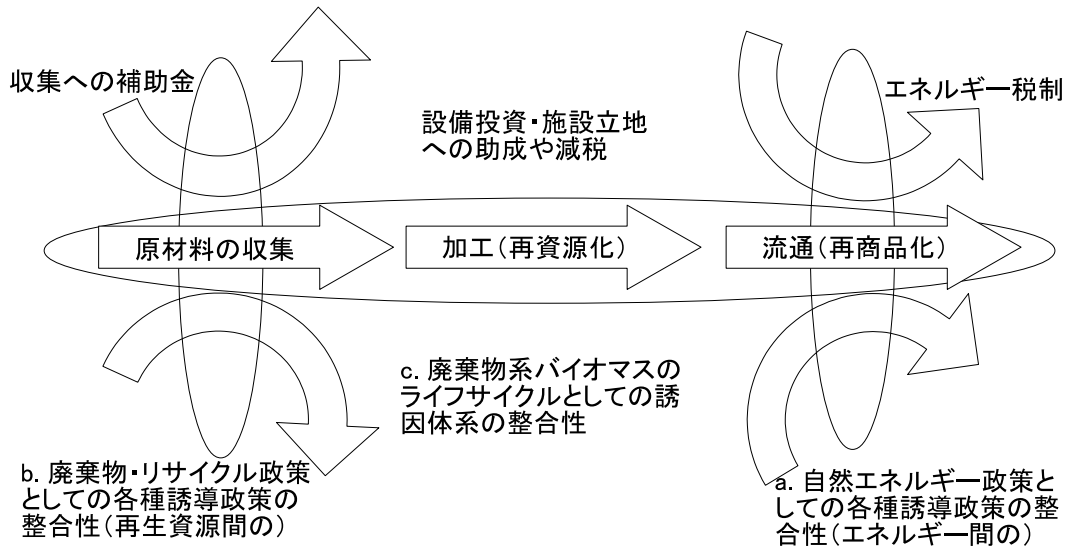


図 6-1 本研究の課題

廃棄物系バイオマスの利活用に関しては、このような単独の枠組みは存在していない。複数の政策主体が、複数の施策を個別に展開している。ある施策によって廃棄物系バイオマスの回収量が増加し、その結果として財市場で供給の過剰が発生して「回収した資源が有効に活用されていない」という問題が発生したと認識され、需要を拡大する施策が導入された場合、ある施策の「成果」が別の施策を求める「問題」となっている。市場に介入する施策は市場の連関を通じて原材料や製品の市場、代替商品など関連する他の財の市場に影響を及ぼす。このため、特に廃棄物系バイオマスについては、原材料の供給である廃棄物市場でのリサイクル行動から循環利用先である財市場での取引量の決定までの全過程を通じた評価が必要である。特に課税や補助金に代表される経済的手法の場合は政策介入のコストも各々に生じており、施策が別の施策を求めるような事態は政策費用の無用な拡大に、別言すれば政策の費用対効果の低下に繋がりがかねない。

本研究では、廃棄物系バイオマスの循環利用、特に BDF に代表されるバイオ燃料としての利用に注目し、個別複数の経済的な施策がマテリアルフローに及ぼす複合的な影響について総合的に捉える評価手法を探る。

初年度においては、現在各国で採用されているバイオ燃料の利活用促進を意図した経済的な施策について、介入の対象や経済学的な根拠によって整理を行った。引き続き、二年度には複数の施策が独立して導入された場合のマテリアルフローに及ぼす影響について理論的な研究を行い、評価手法の構築を目指す。その後、構築した手法により事例の評価を行い手法の有効性について検証する。

## 2. 経済的支援政策の介入対象領域

バイオマスのエネルギー利用促進を図る目的で導入されている各種の施策は多岐に及ぶが、全体としてバイオマスエネルギーの利用量を拡大することを意図しながらも、介入の対象となる領域は、事業活動やバイオマスエネルギーの利活用フローの中で広く分散している。介入の対象領域は、政策当局による問題の所在に関する認識を反映すると想定されるが、他方で複数の政策主体が自己の所掌範囲で介入可能となる領域に介入している面も見過ごせない。結果として目標を共通とする複数の政策が別個に存在している。

事業活動の段階別では、以下のような介入対象が見られる。

### 2-1. 研究開発

事業活動以前の、研究開発段階での助成は日本においても各省庁のバイオマスニッポン関連予算に散見される。バイオマスのエネルギー利用については第一世代のバイオ燃料や家畜糞尿等を利用したバイオガス、木質系バイオマスの熱利用などのように技術的に産業化の段階に到達しているものが多数みられる一方で、草木系の未利用資源や廃棄物等を原材料とした第二世代のバイオ燃料技術や藻類、微生物（遺伝子組換えされたものを含む）を活用した既存バイオマス利用技術の高度化技術のように、なお多くの技術が研究開発段階にある。穀物由来のエタノールに代表される第一世代バイオ燃料が食料生産と対立することに加え、他の既存の技術も化石燃料と商業的に競争できる領域は限られており、なお一層の生産性と品質の向上が求められている。研究開発への助成の一部は新たな商業化技術に結実し、中長期的にバイオマスエネルギーの供給源および用途の拡大に寄与することが期待される。

### 2-2. 設備投資

技術的に確立したものを対象に、一定の要件を満たすものを対象とした生産設備、利用施設を設置する設備投資への助成も行われている。直接的に設備投資の一部を政府が助成するもののほか、わが国のエネルギー需給構造改革推進投資促進税制（2009年4月～2012年3月）にみられるように、事業者の税額控除や特別償却を認めることで、事業者の税負担を軽減する手法も行われる。さらに、信用保証や政策金融機関による融資、利子補給等の金融面での支援により事業者の投資負担を軽減することも考えられる。

### 2-3. 原材料生産

バイオマスエネルギーの原材料の生産段階への支援は、特に第一世代のバイオ燃料生産に関して広く見られる。EU諸国ではバイオマスエネルギーの利活用以前から行われていた共通農業政策をバイオ燃料の原材料生産に拡張し、原料作物の生産について、作付面積に1ha当たり45ユーロの支援が行われている（EU域内での面積の上限あり）。また、わが国ではエネルギー利用に限定したものではないが、木質系のバイオマスに関して、林地残材や間伐材の利活用を意図して市場価格よりも高い価格で買い上げる社会実験が鳥取県智頭町などで地域レベルで実施されたが、これは原材料を対象とした固定価格買い取り制度の側面を持つ。

#### 2-4. 原材料収集

廃棄物系バイオマスの場合は、原材料の収集段階への支援が行われる。原材料が有価物として取引対象となる場合は市場の内部で自発的な取引が行われるが、有価物として十分な価格が成立しない場合や、自律的な市場の取引量の拡大を意図して経済的な介入が行われる。必ずしもエネルギー利用を意図したものではないが、わが国の多数の地方自治体において、資源化可能な廃棄物の集団回収に対する助成が行われている。多くは回収量に応じて助成金が支出される補助金政策となっている。金銭的な支援がない場合においても、かつて鳥取環境大学で実験が行われた地域通貨制度と連携させるものや、商店等で利用できる割引券として機能するスタンプカードのシステムと組み合わせるもの、さらには早稲田方式として知られるくじ引きの抽選券等を提供する手法など、廃棄物中の資源回収には多様な手法が行われている。金銭的な助成が行われない、あるいは低額な場合には経済的手法と社会的手法との双方の側面を持つこととなる。

#### 2-5. 需要・販売

製品となったバイオマス燃料を販売する場合、直接的な経済的支援として多用されるのが、燃料税制の中で特に化石燃料との価格差を緩和するための優遇措置である。バイオ燃料に対する減税・免税、あるいはガソリン等化石燃料に対する増税を組み合わせる。EU 諸国（2003年10月エネルギー税指令 2003/96/ECに基づく）やわが国（バイオ由来燃料導入促進税制 2009年2月～2013年3月）ではバイオエタノールを混和したガソリンに対して、混和分に相当する揮発油税や炭素税の減免を行なっている。また、アメリカではミネソタ州で1ガロン当たり20セントの補助を実施するなど、州レベルでバイオエタノールの生産に生産量に応じた補助が行われている。一方、バイオガスや木質系バイオマス等の熱利用から得られるバイオマス由来の電力に対しては、特にEU諸国で固定価格買取制度（FIT）の対象とされている。

#### 2-6. 規格化・品質確保

価格メカニズムに直接介入するものではないが、品質に関する施策も重要な意義を持つ。特に、ガソリンや軽油に代替するバイオ燃料の場合、代替可能ではあっても化学的な特性は同一ではないため、既存の内燃機関での利用を想定した場合に一定の燃焼条件を維持するために混和率を制限することが必要となる。逆に、新しい燃料に対応した内燃機関の開発を求める場合にも、開発の前提となる規格が必要となる。前者の場合、わが国の「揮発油等の品質の確保に関する法律」による強制規格のように、品質を維持する混和率の上限を定める場合と、ブラジルにおいてガソリンのE25化が義務付けられているように、域内で販売される軽油やガソリンにバイオ燃料を一定比率で混和することを義務付ける場合とがある。E25の規格化は後者の施策とも考えられるが、無混和のガソリンとE10やE25、軽油とB5、B100と複数種類の混和率の燃料規格が並立する場合と、混和を義務付けることとは、その効果において大きな相違が生じる。

### 3. バイオマスの利活用フローに影響する経済的支援政策とその特性

#### 3-1. 研究開発助成

研究開発には高い不確実性が伴う。特に、基礎研究分野の不確実性は大きく、成否のみならず基礎研究が実用化された場合の社会的利益においても大きな不確実性が伴う。反面、半導体や情報通信技術のように波及効果が大きく応用分野の広い技術は、社会全体に多大な利益をもたらす。さらに、基礎研究が実用化されるまでには具体的な分野を念頭においた応用技術、それらを商業的に成立させる生産技術、社会において活用するための制度等、多数の研究開発や基盤整備が求められる。最終的な商業化に近づく程、期待利益が予測可能となるため私企業や金融機関によるリスク管理が可能となるが、基礎的研究や制度的基盤の整備においては公共的に対応することで社会が得る利益は大きい。波及効果の大きい基礎研究の成果が私企業の知的財産権の下におかれる場合、その利益が社会に波及するまでに多大な時間を要し、権利者の大きな利益の代償として消費者と社会は過重な費用負担を負うためである。公的な支援をおこなうことで研究開発の不確実性をプールし、成果の公開や廉価での利用を可能とすることが可能となる。

研究開発費の費用対効果は、資金を投下した研究プロジェクトの結果に大きく左右される。このため、事前にプロジェクトの成否の可能性や期待される成果の波及効果を予測し、費用対効果の改善を図るが、事前の予測と異なる場合は少なくない。もとより事前に予測できるほど確度が高いならば、事業の採算性の観点からは公的な支援は必要ないはずであり、リスクが大きいからこそ公的な支援が必要とされる。

研究開発費は初期費用として商業化後は製品価格の一部に転嫁されるため、研究開発助成は製品価格を抑える効果が期待できる。同時に、研究開発費は固定費であるという点で設備投資と同様の性格を持つ。

#### 3-2. 設備投資助成

設備投資の助成については、投資金額の一部の助成、償却等税制上の優遇、金融上の優遇等の方法があり、それぞれ効果は異なる。生産者の事業活動に及ぼす共通の影響としては、固定費用の抑制が指摘できる。通常の完全競争市場における生産者の費用関数を想定するならば、固定費用は製品価格とは直接関係しないが、事業活動の継続を左右する価格水準に影響する。



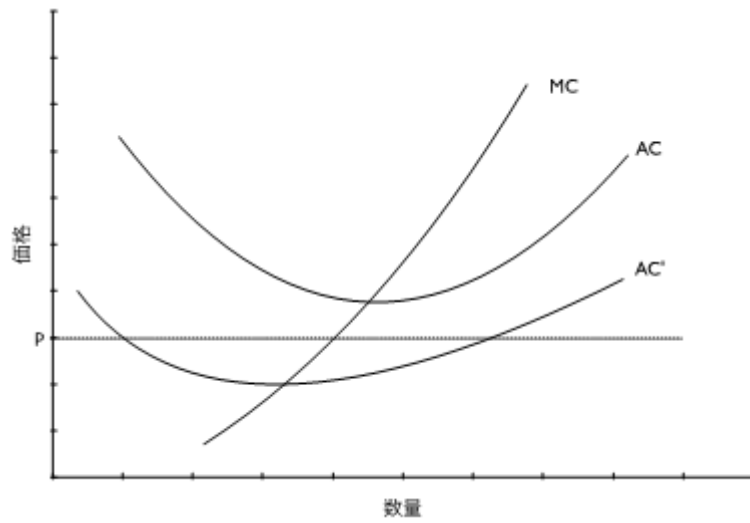


図 6-2 設備投資助成と損益分岐点の変化

図 6-2 のように、想定される市場での製品価格水準が生産技術の想定する平均費用 AC と比べて相対的に低い場合、事業者にとって新規参入のリスクは極めて大きく、参入しないことが合理的となる。固定費用が抑制され、それによって平均費用が AC' のように低下すれば、正当な利潤を確保して参入できる範囲が拡大するため、参入する事業者と供給能力の拡大が見込まれる。

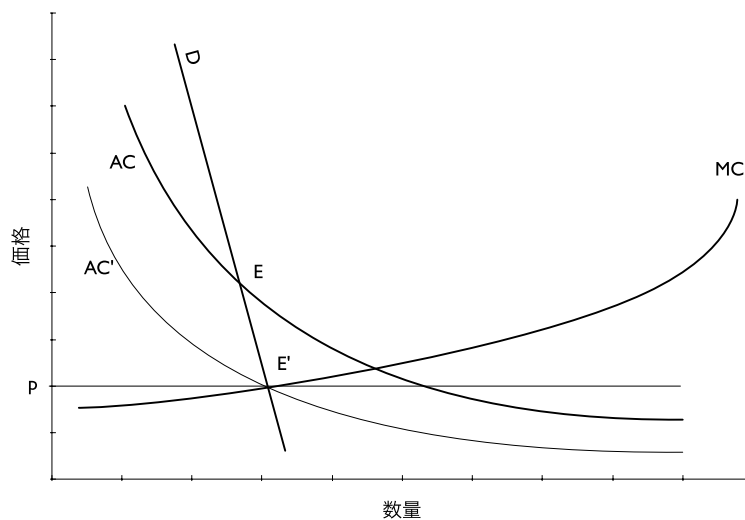


図 6-3 費用逡減下における初期投資費用助成の効果

一方、前項の研究開発費を含めて初期投資が市場規模に比べて相対的に大きい場合、個別事業者にとって平均費用逡減局面での事業環境におかれる。この場合、十分に費用を下げられる水準まで生産規模を拡大できる数まで事業者が淘汰され、寡占化や自然独占へ向かう傾向が生じる。図 6-3 において、助成がない場合の平均費用 AC の下では、市場全体の需要を一者で満たしてなお費用逡減局面にあり、限界費用価格となる点 E' では赤字となり事業が成立しない。この場合、社会的には効率的ではない E での供給が次善となる。各種の支援により初期投資負担が軽減され、平均費用が AC' まで低下すると費用削減に必要な生

産規模をより少ない生産量で可能となるため、E'での事業活動が成立する。さらに初期投資負担が軽減されれば、市場で競争できる事業者数を維持し、事業者間の競争による利益を拡大させることが可能となる。バイオ燃料のように新しい商品の場合は特に初期の市場規模は小さいため独占等不完全競争市場となり易い。市場の初期段階から競争を確保する利益は大きく、同時に、需要とともに市場規模が拡大してゆけば、支援が行われなくとも、市場に委ねることが可能となる。

### 3-3. 課税・補助金政策

課税・補助金政策は、対象となる財とその代替となる財との相対価格に直接働きかけることでそれぞれの需給を変化させることができる。代替財との相対価格を市場におけるものから変化させるという点では、課税と補助金とは本質的に変わることはない。図 6-4 では代替効果のみ示しているが、課税・補助金政策による相対価格の変化は、代替的な関係にある財の需要を変化させる。バイオ燃料の需要を拡大させるためには、直接的には図 6-5 のようにバイオ燃料自体の生産に補助金を助成することが考えられるが、化石燃料のみに課税をすることで相対価格の変化による効果が得られる。

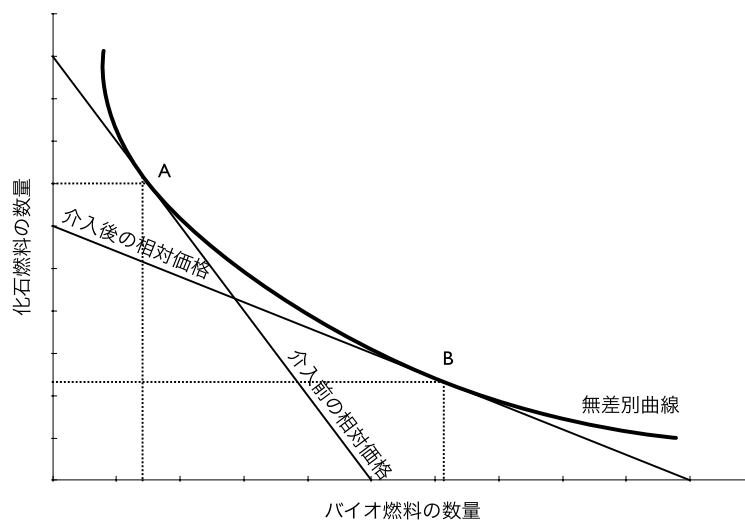


図 6-4 課税・補助金政策による相対価格変化の効果

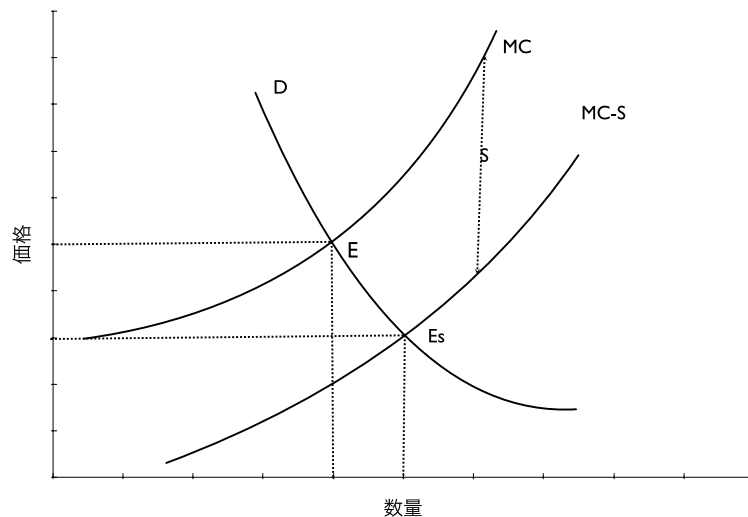


図 6-5 補助金政策による需給拡大

現在、バイオマス燃料に対して導入されている課税・補助金政策の中心は、既存の燃料税制や温暖化対策目的の炭素税の一部について、バイオ燃料の課税を免税・軽減するものである。伝統的な燃料への課税は税収を目的としたものであり、その面からは税の抜け穴となるような例外的な軽減措置は財政当局からは好まれない。一方で、炭素税の場合は二酸化炭素の排出削減を促すインセンティブをもたらすことが目的であり、カーボンニュートラルなバイオ燃料に対する軽減措置はその目的に沿うものである。現在、わが国ではエタノール混合ガソリンについては混合分を課税対象から控除する特別措置が取られているが、BDFに関しては自家消費を含め軽油の全量が軽油引取税の課税対象とされており、優遇措置はとられていないが、品確法により販売する場合は5%混和が求められているため、一般への普及の阻害要因として改善が求められている。

#### 3-4. 固定価格買取制度 (Feed in Tariff : FIT)

EU 域内の多くの諸国では再生可能エネルギーによる電力に対する固定価格買取制度が設けられている。わが国においても同様の制度が、2012年7月に導入が予定されている。

FIT は短期的にみればかつての食料管理制度と同じように、特定の財を市場価格より高い公定価格で買取る価格保持政策であり、その影響についても同様に考えることができる。すなわち、市場における均衡価格を上回る価格が提示されるため、超過供給が発生し、その購入を義務付けるために差額を他から補填することとなる。現在の FIT においては過剰な生産を支えるための費用は他の発電方式で供給される電力価格の上昇で賄われるため、既存の発電方式を含めて電力の価格は上昇し、消費者と他の発電方式の電力事業者によって負担されている。結果、関連する市場全体に歪みが生じ、社会的には厚生損失が発生する。

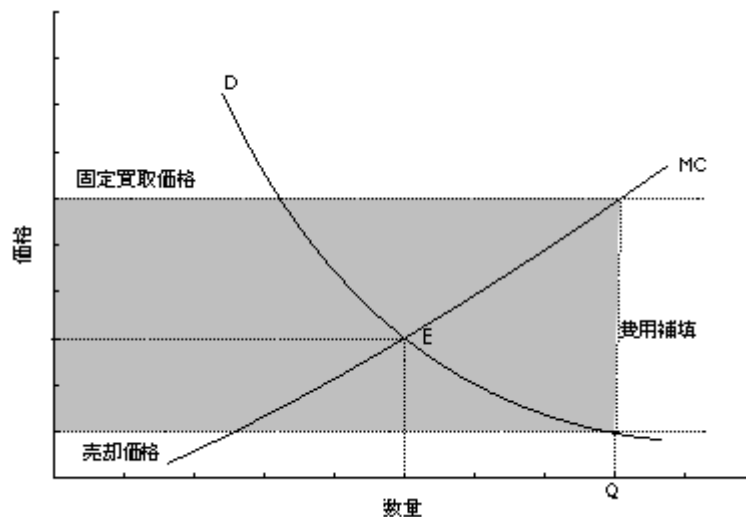


図 6-6 固定価格買取の費用

また、再生可能エネルギーによる発電事業は市場価格を上回る価格が保証されるため、価格保証が続く限りにおいて安定的に超過利潤が保証される。このため、新規参入のインセンティブが生じ、供給を増大させる。供給の増大という側面をみればそれは成果となるが、それらの中には非効率的な技術を持つものも含まれ得る。市場の競争には耐えられなくとも、買取価格では収益率が低くとも利益が得られる場合が生じるためである。設定された価格が長期にわたって維持される場合には、競争市場における場合に比べ、技術革新へのインセンティブは弱くなるだろう。このため、単に再生可能エネルギーの供給力を拡大することを目的として価格保持を続けた場合、制度に依存した供給構造となり施策の終結が困難となる。

再生可能エネルギーにおいてこのような負の側面を持つ施策が導入されるのは、再生可能エネルギーの技術も、またそれを利用する産業としても成熟しておらず、規模の拡大による量産効果や習熟効果による技術革新と費用削減が十分に期待できると考えられるためである。

市場における競争に委ねた場合、再生可能エネルギーの技術は熟度が低く高コストであるため、既存の発電方式との競争に耐えられず、産業として確立することが極めて困難である。FITのもとでは、個々の発電施設では初期段階において固定価格で収益が期待できるならば施設の耐用年数分の利益を確保できるため、積極的に技術を改善するインセンティブは弱い。一方で新規に参入する事業者やそれらに設備を提供する機器の生産者にとっては、コスト削減に寄与する技術革新は固定価格で確保できる収益率を上昇させるため、効率化のインセンティブは一定程度確保される。この技術革新による効率化が中長期的なFITの社会的な利益となることから、FITの対象は技術革新の余地の大きい手法とすることが効果的と考えられる。太陽光発電をめぐっては、量産効果と技術革新による費用低下や化石燃料の価格上昇の長期的な予測を踏まえて価格の設定や政策の終結見込みが論じられている。

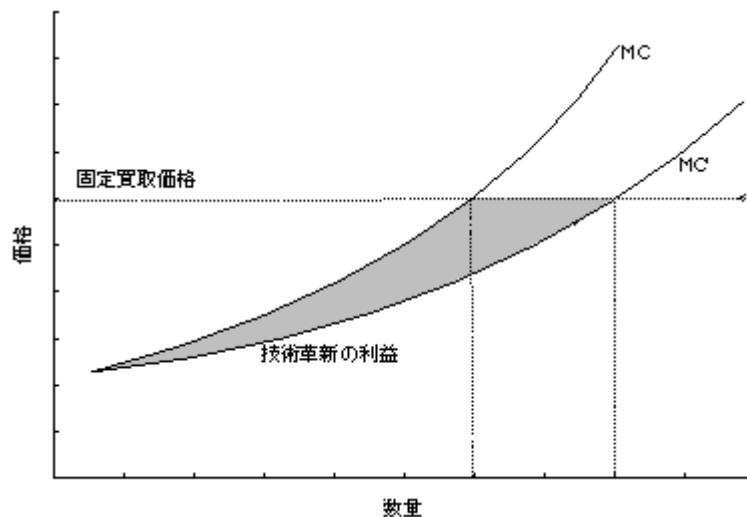


図 6-7 固定価格買取制度下における技術革新の利益

また、技術革新のインセンティブを強め、非効率な事業者の退出や設備更新を促す意味でも、固定価格を定期的に見直し、徐々に既存の発電方式のものに近づけることも必要となろう。欧州において成果を挙げているドイツでは、発電手法ごとの価格決定や改訂において、これらの配慮が行われている。反面、価格や固定買取期間の設定に問題があったスペインでは過剰な投資による混乱が発生しており、十分な配慮が必要である。

### 3-5. 製品規格政策

品質基準やバイオ燃料の混和率などの製品規格をめぐる施策は、本来、製品市場の効率化を意図するものである。特に、ガソリンや軽油のように、消費者が一見して製品の品質や組成を把握できない財の市場においては情報の非対称性の問題が生じる。消費者は利用後にその品質について一定の経験を得ることができるが、環境負荷や継続的な利用で機器に生じるトラブル等に対する認識は限定的なものにとどまるだろう。廃食油の回収等に取組む市民団体等が高濃度の BDF 利用に積極的であるにも関わらず、需要者側である運輸事業者の側になお強い抵抗感があることには合理性がある。燃料の品質が一定の枠内にあることを公的な制度で確保することは、消費者が安心して需要できるために有効な手法である。中長期的には、燃料を利用する機器の開発に反映され、効率の改善を容易にするメリットも考えられる。反面、品質基準の厳格化は燃料供給事業者にとって費用上昇要因となる。廃棄物系バイオマス、特に生活系由来のものは原材料の多様化や構成比の変動が避けられない。厳格な規格に対応するためには生産や検査の機器のみならず、成分の安定化のために生産規模を拡大することが必要となるため、小規模の市民団体や事業者にとっては大きな費用負担要因となり、トレードオフが生じる。

また、製品規格の設定は原材料及び製品の市場に影響を及ぼす。規格により原材料として低コストで対応できるものの需要は増加し、禁忌品を含有するものの需要は減退する。さらに、ガソリンや軽油等既存の燃料に一定比率でバイオ燃料の混和を義務付ける場合には大きな影響が生じる。バイオ燃料の需要側が、ガソリンや軽油の市場と連動し、その市場の一定割合を求めるようになるためである。ガソリンや軽油の市場規模はバイオ燃料の

市場に比べて極めて大きく、その一部としても相当規模の拡大が必要となる。また、ガソリンや軽油の市場の変動と連動するため、原材料の市場も同様の動きを示すことになる。廃棄物系バイオマスを原料とする場合、その変動に廃棄物市場側が合わせることを求められよう。



## 第7章 バイオマス利活用促進のための社会的手法の開発

本研究においては、バイオマス利活用のための社会的手法の開発を以下のアプローチで進めることとしている。

(1)「地域に密着したバイオマス循環システムの構築」に関する研究を通じて、廃食用油の回収に際してのスーパー利用客への意識調査を実施することにより、回収に協力する市民の意識の違い、回収協力に向けてのきっかけやインセンティブの把握、回収量拡大に向けての課題や問題点を把握する。また、廃食用油の再生や BDF の利用事業に関する実績調査を踏まえた上で、回収量拡大のためのネットワークの強化に関する検討を行う。

(2)「バイオマス利活用促進処方箋の作成」に関する研究を通じて、バイオマスタウンにおける利活用の取組事例やバイオマス利活用の基本データを調査することにより、成功要因や失敗要因を把握するとともに、運営上の工夫や制度設計の内容を明らかにする。

(3)「アジア諸国で取り組むべきバイオマス利活用プロジェクトの提案」に関する研究を通じて、アジアでのワークショップ開催による情報収集や現地調査の結果から、アジアにおける利活用の事例を把握する。また、その活動主体を確認するとともに地域社会の特性も明らかにし、アジアでの類似の社会的手法に関する知見や経験に関する情報を得る。

項目(1)の研究に関しては、BDF利用の多角化という観点から、これまで調査した地域事例の内容を整理中である。また報告をまとめるに当たり、とくに鉄道利用等の事例についての調査等を今後実施予定としている。

項目(2)の研究に関しては、現在、バイオマスタウンにおける利活用の取組事例やバイオマス利活用の基本データの調査を通じて、成功要因や失敗要因の把握を進めている。なお、食品系廃棄物の堆肥化事業を進めている事業者をヒアリングした結果、製品の有機堆肥に関する需要の少なさ、知名度の不足が事業拡大のボトルネックとなっている事例があることが判明した。有機堆肥の利用者のすそ野を広げるためには、最近、進みつつある地産地消の運動を通じて、堆肥の潜在的な消費者となる農業生産者、有機農法愛好家などに地産の有機肥料を選択してもらえらるような有機農業コミュニティの形成が考えられる。この分野の取組みの進展の可能性などについても今後検討することとしている。

項目(3)の研究に関しては、アジアでのワークショップ開催による情報収集や現地調査の結果から、アジアにおける利活用の事例を把握している段階である。伝統的に進められてきた現地での利活用の事例と、最近行われているガス化や発電事業などの新しい取組事例等をわが国の事例と対比して整理していくことにより、アジアでの類似の社会的手法に関する知見や経験に関する情報を得ることとしている。

バイオマス利活用を促進するための社会的手法としては、1) 利活用の仕組みを作るための制度作り、2) 利活用に向けての関係者に対するキャパシティ・デベロップメント及びネットワーク化の推進、3) 利活用に関わる情報を円滑に提供するための情報管理システムの構築、などが考えられるが、この取組手法の内容についても今後整理していくこととする。

## 研究発表等

(口頭発表)

1. Tanaka, Masaru. "Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region." A lecture presented in Waste Biomass Utilization Workshop. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. September 9, 2011
2. Matsumura, Haruo. "Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan." A lecture presented in Waste Biomass Utilization Workshop. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. September 9, 2011
3. Matsui, Yasuhiro. "Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Japan." A lecture presented in Waste Biomass Utilization Workshop. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. September 9, 2011
4. Yasuhiro Matsui and Do Thi Thu Trang, 2011. Behavior Modification Mechanism of Discharge Fee System on Household Solid Waste. Conference Proceeding of Sardinia 2011 Symposium: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 341 - 342. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
5. Nguyen Phuc Thanh, Yasuhiro Matsui, Do Thi Thu Trang, and Nguyen Thi Kim Thai, 2011. GPS/GIS Application for Monitoring and Managing Segregate Waste Collection in Hanoi - Vietnam. Conference Proceeding of Sardinia 2011 Symposium: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 987 - 988. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
6. Nguyen Phuc Than, Yasuhiro Matsui, and Nguyen Thi Lanh, 2011. A Preliminary Survey on Residential Solid Waste Generation and Door-to-door Collection by Using GIS/GPS: A Case Study in Can Tho City, Vietnam. Proceeding of the 22nd Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 562 - 563. November 2011, Tokyo, Japan.
7. Do Thi Thu Trang, Yasuhiro Matsui, Nguyen Phuc Thanh, Ngo Thi My Yen, 2011. Household Waste Generation and Relevant Factors in Hue City, Vietnam. Proceeding of the 22nd Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 560 - 561. November 2011, Tokyo, Japan.
8. Tanaka, Masaru. "General Aspect of MSW Improvement of Solid Waste Management." A lecture presented in Treatment and Processing Technology for Municipal Solid Waste Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia. December 28, 2011
9. Matsumura, Haruo. "Alternative Technology for Municipal Solid Waste in Japan." A lecture presented in Treatment and Processing Technology for Municipal Solid Waste Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia. December 28, 2011
10. Sato, Shin. "Alternative Technology for Municipal Solid Waste in Japan—Biological Approaches to Organic Waste." A lecture presented in Treatment and Processing

- Technology for Municipal Solid Waste Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia. December 28, 2011
11. Tanaka, Masaru. "Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region." A lecture presented in Workshop on Waste Biomass Utilization Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Hotel Bumi Sawunggaling, Bandung, Indonesia. December 29, 2011
  12. Matsumura, Haruo. "Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan." A lecture presented in Workshop on Waste Biomass Utilization Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Hotel Bumi Sawunggaling, Bandung, Indonesia. December 29, 2011
  13. Sato, Shin. "Technological Topics of Waste Biomass Utilization in Japan." A lecture presented in Workshop on Waste Biomass Utilization Sharing Experiences- Japan and Indonesia. Hotel Bumi Sawunggaling, Bandung, Indonesia. December 29, 2011
  14. 松井康弘、Do Thi Thu TRANG、室山晃一、相原一智：事業系食品廃棄物・家庭系生ごみの分別収集のシナリオ評価、第33回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、pp. 46-48、2012年1月、函館、日本
  15. Do Thi Thu Trang\*, Yasuhiro Matsui, Nguyen Phuc Thanh, Pham Khac Lieu, Tran Ngoc Tuan. "Commercial and Institutional Solid Waste Generation and Relevant Factors: Case Study in Tourism City - Hue, Vietnam" Conference proceeding of the 10th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands (SWAPI). February 2012, Tottori, Japan.
  16. Masayuki Nishida and Shin Sato. "Sustainable Utilisation System of Sugarcane Waste—A Case of Miyakojima, Okinawa, Japan" presented at Workshop on Waste Biomass Utilization in the 10th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands. Tottori University of Environmental Studies, Tottori, Japan. February 22, 2012

(論文)

1. Nguyen Thi Lanh, Nguyen Hieu Trung, Nguyen Phuc Thanh, Yasuhiro Matsui, 2011. "GIS/GPS Application to Support for Monitoring and Managing Municipal Solid Waste Collection and Transfer System: Case Study in Can Tho City." Scientific Journal of Can Tho University. (in press). (Vietnamese, abstract in English).
2. Nguyen Phuc Thanh, Yasuhiro Matsui, 2011. "Municipal Solid Waste Management in Vietnam: Status and Strategic Actions." International Journal of Environmental Research (ISI) 5(2): 285-296.



## 関 連 資 料

### 1. 学会等での口頭発表スライド

#### (1) タイワークショップ(2011)

1. 「Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region」・・・145  
田中 勝
2. 「Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan」・・・・・・・・・・151  
松村 治夫
3. 「Technological topics on MSW management system」・・・・・・・・・・154  
松井 康弘

#### (2) インドネシアセミナー(2011)

1. 「General Aspect of SWM Improvement of Solid Waste Management」・・・・・・・・159  
田中 勝
2. 「Alternative Technology for Municipal Solid Waste in Japan」・・・・・・・・166  
松村 治夫
3. 「Alterative Technology for Solid Waste Management in Japan」・・・・・・・・171  
佐藤 伸
4. 「Waste Minimization Approach in MSW Management in Indonesia」・・・・174  
Indonesia Solid Waste Association

#### (3) インドネシアワークショップ(2011)

1. 「Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan」・・・・・・・・179  
松村 治夫
2. 「Technical topics for utilization of waste biomass in Japan」・・・・・・・・182  
佐藤 伸

#### (4) アジア太平洋廃棄物専門家会議 バイオマスワークショップ (SWAPI) (2012年)

1. 「Sustainable Utilization System of Sugarcane」・・・・・・・・・・186  
西田 昌之
2. 「Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region」・・・188  
田中 勝
3. 「Closing Remark: The health of the planet, and human health」・・・・194  
田中 勝

### 2. 普及啓発用教材「eラーニング」のスライド

- (1) 研究概要・総合版・・・・・・・・・・・・・・・・・・199
- (2) 地域でのバイオマス利活用の活動・・・・・・・・・・204
- (3) バイオマス利活用技術を見てみよう・・・・・・・・・・207

- (4) 世界に広げるバイオマス利活用・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 210
- (5) バイオマス利活用研究の今後の展開、将来像・・・・・・・・・・ 213

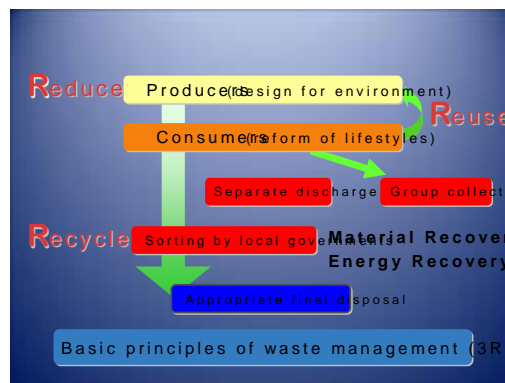
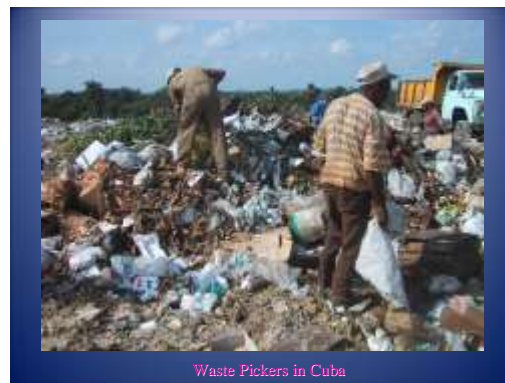


(1)-1 タイワークショップ (2011)

田中 勝 “Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region “

September 7, 2011  
 Chulalongkorn University, Thailand  
**Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region**  
  
 Prof. Masaru Tanaka  
 Tottori University of Environmental Studies, Tottori, Japan

1

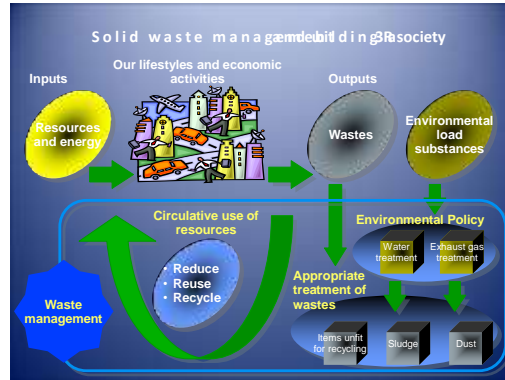


## What is the recycling-oriented (3R) society?

Private enterprises supply environmentally friendly products and services, and consumers slow down and reform their lifestyles while repairing and cherishing things. Through doing so, consumption of energy resources and environmental loads can be mitigated in the realm of lifestyles.

Meanwhile, the municipalities that handle waste rationally select the methods most suited to local conditions and the times to recover substances and energy from waste.

As a result, a society is realized for efficiently conserving energy and physical resources and mitigating environmental load.



## What is Biomass?

### Ecological Definition

- Concept that shows amount (mass) of biological resource (bio) existing in a certain space.

### Common Definition

- Renewable biological organic resource except fossil resources

## Classification of Biomass

### Waste Material, Untapped Resource, Crops for Industry



## Why is "Biomass Utilization" needed now? 1.

1. To Achieve the CO<sub>2</sub> Reduction Goal of the Kyoto Protocol  
CO<sub>2</sub> do not contribute to increase of CO<sub>2</sub> because plant absorb CO<sub>2</sub> from air by photosynthesis  
**Carbon Neutrality**
2. To Create a Sustainable Society Utilizes Limited Natural Resources  
Fossil fuel is non-renewable resource but biomass be able to renew by sun, water and soil sustainably.



## Why is "Biomass Utilization" needed now? 2.

3. To Bring up Strategic Industries  
Development of new industry by the utilization of biomass  
**Bioethanol**, **Biodiesel Fuel (BDF)**, **Biomass Plastic**, **Generating Electricity, Heat supply**
4. To Activate Farming Village  
Preservation of agricultural land by utilization of abandoned farmland and agricultural land  
New role of "energy and material supply"

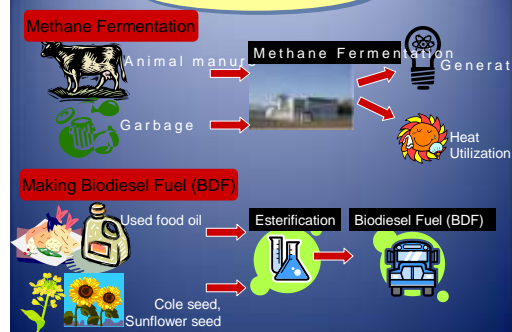


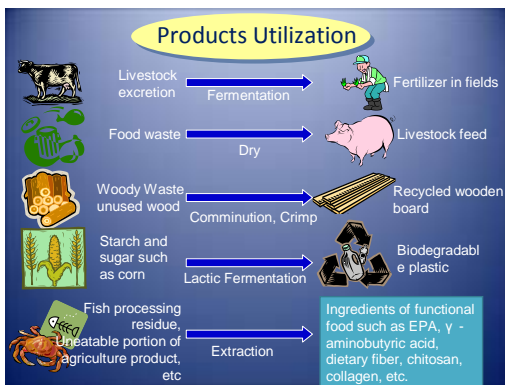
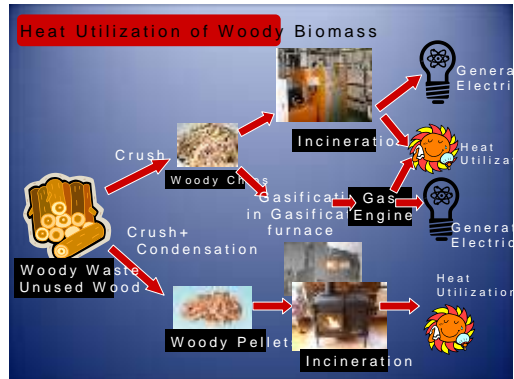
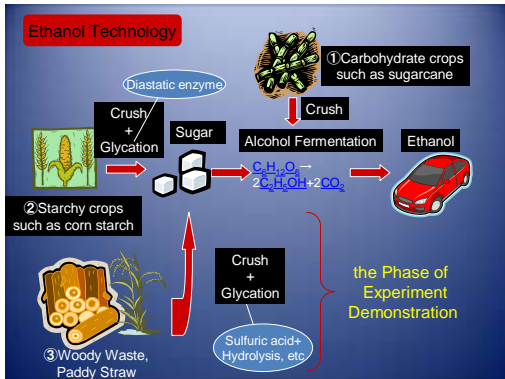
## State of Biomass Utilization in Japan

資源の種類	資源の発生量	資源の利用状況
Animal waste	約1,000万トン	主に堆肥・飼料として利用
Sewerage sludge	約1,000万トン	主に堆肥・飼料として利用
Black liquor	約1,000万トン	主にエネルギーとして利用
Waste paper	約1,000万トン	主に再生紙として利用
Food waste	約1,000万トン	主に堆肥・飼料として利用
Wood factory	約1,000万トン	主にエネルギーとして利用
Construction wood waste	約1,000万トン	主に堆肥・飼料として利用
No-eating portion of agricultural project	約1,000万トン	主に堆肥・飼料として利用
Forest wood residue	約1,000万トン	主にエネルギーとして利用

平成19年度版バイオマス・ニッポンハンドブックより

## Energy Utilization





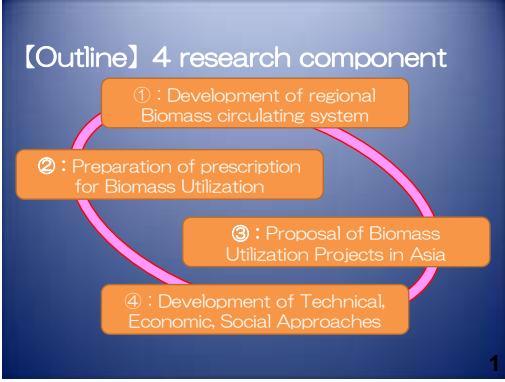
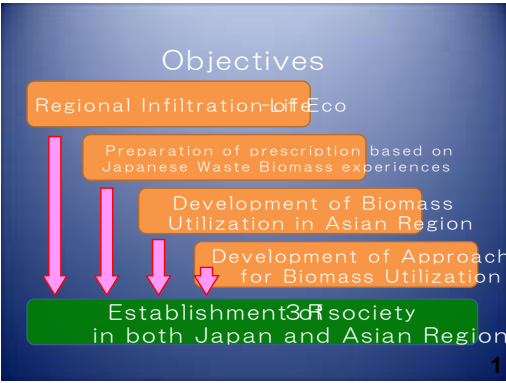
- ### Conclusion
1. Biomass is renewable biological resources except for fossil resources.
  2. Biomass Utilization helps creating a sustainable society, decreasing global warming and activating local industry areas.
  3. Biomass exists in our imminent environment, and there are various kinds of way to utilize biomass.
  4. Cutting costs and the development of efficient conversion techniques are an issue.

<Research Title>  
 3R Promotion through Waste Biomass Utilization in Japan and Asian Regions

Prof. Masaru Tanaka  
 Tottori University of Environmental Studies

1





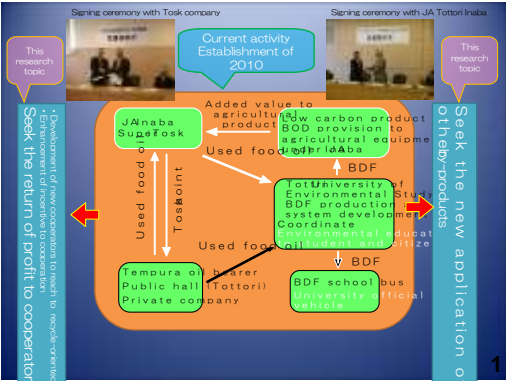
### Research 1: Development of regional Biomass circulating system

**◇Methods◇**  
To establish a community-based biomass recycling system, we need to put effort on encouraging society to collect waste oil, improve resident consciousness by providing information, the necessity of changing life-style and development on the use of biomass

**◇Points◇**  
We are able to develop our research by direct participation from the citizens under a coordinator from local university.

**◇Outcome◇**  
The Eco life-style will penetrate among of waste oil resources and emitters. It will bring vitality and active communication to the community.

1





## Image of Research 2

**日本発**  
廃棄物系バイオマス利活用の処方箋

既往の取組の体系的整理、多側面診断、処方箋作成

## Progress of Biomass Town

### What Is Biomass Town?

**definition**  
Region or area where integrated utilization system from generation to utilization of biomass is established and continuous and appropriate biomass utilization is implemented or planned to be do so with the cooperation of regional stakeholders.

Local authorities will prepare overall plan "biomass town concept in the region and try to actualize the plan.

**Image of biomass town**

市町村が作成する「バイオマスタウン構想」については、関係府省、都道府県において情報共有され、2008年2月現在、105地域の構想が公表されている。

## Research 2: Preparation of prescription for Biomass Utilization

◇Methods◇  
To realize a prescription for biomass utilization, we find special features from biomass towns through out Japan, and diagnose from the point of view of circulation of local economy, recycling of resources, and environmental impact.

◇Points◇  
Organize various type of biomass utilization that has been addressed in Japan by systematic order, and compile as prescription to contribute for policy introduce.

◇Outcome◇  
According to the characteristics of the biomass and region and their needs, the methodology of appropriate biomass utilization strategy will be presented.

## Image of Research 3

**Toward Asia**

Proposal of Biomass Utilization Projectの提案

研究推進の動機付け、専門家ネットワークの活用  
Utilization of existing network such as Association of Solid Waste Management Experts in Asia and Pacific Islands

## Research 3: Proposal of Biomass Utilization Projects in Asia

◇Methods◇  
The project proposal will be presented in China, Indonesia, Thailand, Malaysia Vietnam, etc by utilizing the network of the participants of international conference to promote the biomass utilization

◇Points◇  
The research will be commenced smoothly by utilizing SWAPI, of which chairman is research representative

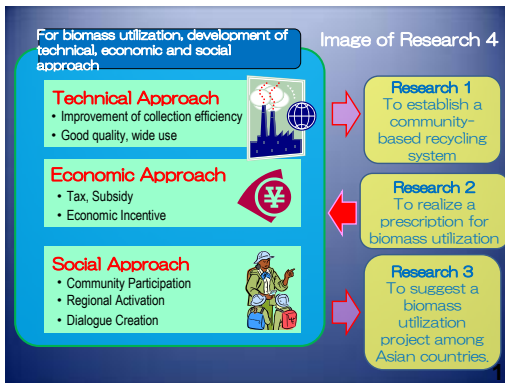
◇Outcome◇  
Incentive of research of biomass utilization is added and the network of experts will be formulated and enforced.

## Networking via SWAPI

Holding eight workshops from first meeting in 200...

SWAPI Biomass Research

Name	Country
Orawa Siriratpiriya	Thailand
Nguyen Kim Thai	Vietnam
Kuriad Joseph	India
Agamuth Bariatamby	Malaysia
Surya MaShakya	Nepal
Chettiyappan Svanathan	Thailand
KuoShuFan	Taiwan
Masato hno	Japan
Shungoeda	Japan



Harmonization between resources,  
between human hearts,  
and between the world

Low-carbon Asian Society through Biomass  
3R

1



(1)-2 タイワークショップ (2011)

松村治夫 “Present situation of Waste Biomass Utilization in Japan”

## Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan

Chulalongkorn University, Thailand  
September 07, 2011

Prof. Haruo Matsumura  
Tottori University of Environmental Studies (TUES)  
and  
Mr. Satoshi Higashinakagawa  
Nippon Koei Co., Ltd.

### What is Biomass Town?

**Biomass Town is...**  
a community which utilizes biomass with strong ties among a community and local stakeholders. Government promotes Biomass Town for the achievement of one of the Biomass Nippon Strategy's goals: 300 biomass towns by 2010.

**Current Situation of waste region**

- What kind of biomass is used depends on region. For example, livestock excreta, leftover food, orange peels, flowered wood, and food processing residues.
- How to use biomass also depends on region. For example, produce, generate electric energy, gas, etc. with **Tailor-made** systems.
- Each of policy in each region vary. For example, promotion of global warming, local production of energy for its local consumption, or utilization of local biomass sector.

**Reason to establish**

- Employment for cooperation among community parties.
- Reduce of waste in the biomass conversion to local food.
- Efficient ways to collect, transport, convert biomass resources and use biomass energy.

**Increases numbers of Biomass Towns**

**Plan Achievement**

- 2006: 10 towns
- 2007: 20 towns
- 2008: 37 towns
- 2009: 127 towns
- 2010: 147 towns
- 2011: 318 towns

**GOAL: 300 biomass towns by 2010**

**Total Number**

Based on MAFF Document

(Source: National Agriculture Bioresource & Food Safety Research Center)

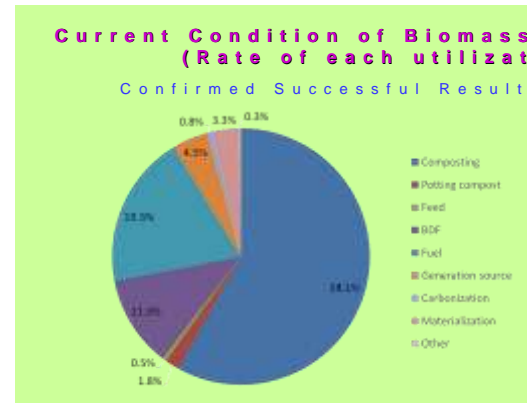
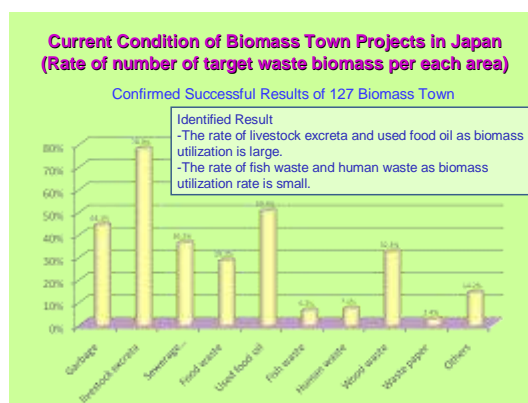
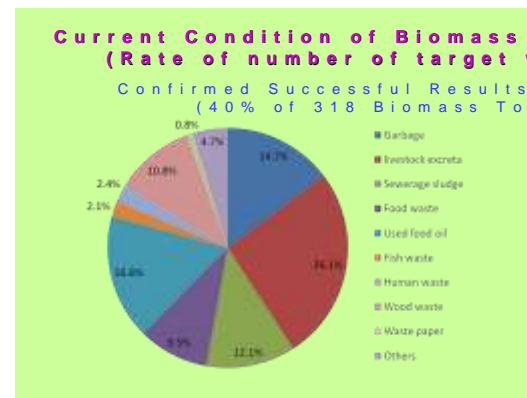
## Success or Failure?

Preliminary Survey for Current Operating Project on 318 Biomass Towns

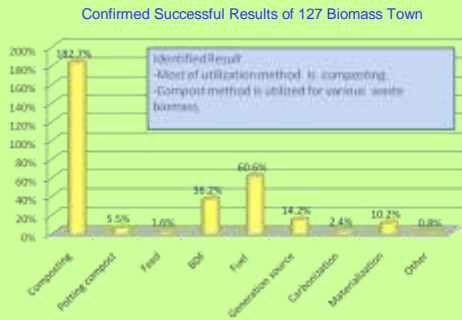
**Judgment Criteria**

Existing actual results

Facility, Manpower, Expense of Budget etc.



**Current condition of Biomass Town Projects in Japan  
(Rate of each utilization method per each area)**



**Success or Failure?**

Preliminary Survey for Current Operating Project on 318 Biomass Towns

Judgment Criteria

Existing actual results

Facility, Manpower, Expense of Budget etc.

2



Future Strategy of Waste Management

**Change from Throwing away to  
Management with 3Rs:  
Reduce, Reuse and Recycle**

**Key Words**

1. **Low Carbon Society**
2. **Sound Material-Cycle Society**
3. **Society in Harmony with Nature**

2

(1)-3 タイワークショップ (2011)

松井康弘 “Technological topics on MSW management system”

Information Exchange Meeting at Chulalongkorn Univ. September 7th, 2011

## Technological topics on MSW management system

Yasuhiro MATSUI  
Associate Professor  
Graduate School of Environmental Science  
Okayama University

## Contents of Today's Presentation

1. Framework of Strategic Solid Waste Management Supporting Software (SSWMSS)
2. Development of Treatment Process Models
3. Development of Collection Models on Various Waste/Recyclable Categories
4. Scenario Analyses on Various Segregate Collection Systems

## 1. Framework of Strategic Solid Waste Management Supporting Software (SSWMSS)

### 1. 1 Objective

- We have been developing the planning tool for strategic solid waste management based on WLCA and WLCC (Waste LCA and LCC).
- This tool is to support administrators of Municipal Solid Waste (MSW) by providing quantitative information on technical/ political options of waste management at planning stage.

### What is LCA?(1)

- A life cycle assessment is a technique to assess each and every impact associated with all the stages of a process from-cradle-to-grave (i.e., from raw materials through materials processing, manufacture, distribution, use, repair and maintenance, and disposal or recycling).
- The goal of LCA is to compare the full range of environmental and social damages assignable to products and services, to be able to choose the least burdensome one.

### What is LCA?(2)

- Common categories of assessed damages are global warming (GHGs), acidification (soil and ocean), smog, ozone layer depletion, eutrophication, eco-toxicological and human-toxicological pollutants, habitat destruction, desertification, land use as well as depletion of minerals and fossil fuels.
- The procedures of life cycle assessment (LCA) are part of the ISO 14000 environmental management standards: in ISO 14040:2006 and 14044:2006. (ISO 14044 replaced earlier versions of ISO 14041 to ISO 14043.)

### Life Cycle Costing (LCC)

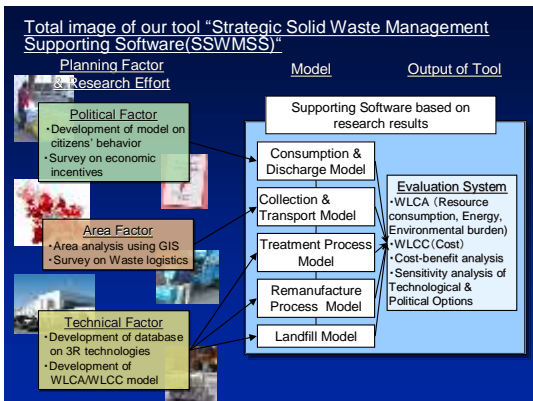
- Life-cycle cost (LCC) refers to the total cost of ownership over the life of an asset.
- Costs considered include the financial cost which is relatively simple to calculate and also the environmental and social costs which are more difficult to quantify and assign numerical values.
- Typical areas of expenditure which are included in calculating the whole-life cost include, planning, design, construction and acquisition, operations, maintenance, renewal and rehabilitation, depreciation and cost of finance and replacement or disposal.

### 1.2 Framework of Our Tool

Factors relevant to planning of MSW management

- Political Factors** : waste discharge and waste flow (e.g. discharge fee system, plastic bag charge system, PR for citizen, tax system)
- Area Factors** : waste collection & transport (e.g. composition of population, density & distribution, location of facilities)
- Technical Factors** : treatment, remanufacturing & landfill (e.g. type (incineration, gasification, composting, sorting, landfill, etc.), scale, emission control, recovery equipment)

Our tool intends to take into account of these factors for supporting decision making.



### 2. Development of Treatment Process Models

### 2.1 Development of Treatment Process Model

For developing process models, we would like to reflect knowledge to them, because they might be familiar with relationships between factors. We organized a working cooperation with Japan Environmental Facilities Management Association. Each model was developed as the following.

**Flow of model development**

1. Development of conceptual model by WG
2. Preparation of questionnaire
3. Data collection & statistical analysis
4. Development of preliminary model
5. Validation, amendment & complement of model by WG
6. Completion of model

### Step1: Development of conceptual model by WG

Matrix of components of LCC/LCA (objective variables) and relevant factors (candidates for explanatory variables)

Objective Variable	Explanatory Variable			Waste										Equipment									
	Item 1	Item 2	Item 3	total amount of waste	composition of waste	number of incineration plants	number of sorting plants	number of composting plants	number of landfills	number of incineration plants	number of sorting plants	number of composting plants	number of landfills	number of incineration plants	number of sorting plants	number of composting plants	number of landfills						
construction cost																							
area																							
total floor area																							
total floor space																							
total floor volume																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							
total floor area ratio																							
total floor volume ratio																							

Input for Facility:

- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent
- major chemical agent

### Step2: Preparation of questionnaire

According to the conceptual model, we designed the questionnaire sent to the facility. We also asked to send the relevant documents; a brochure, an report on waste composition, etc.

- Facility name & contact information
- Scale (e.g. capacity, operation time, area)
- Equipment (e.g. pre-treatment, exhaust gas, effluent, ash, power generation)
- Control level (e.g. emission to air & water)
- Material flow (e.g. quantity by waste type, residue)
- Expense (e.g. personnel, utility, chemical)
- Power generation & material recovery

### Step3: Data collection & statistical analysis

Questionnaires were sent to 1,380 treatment facilities on October 12, 2004 and collected by mail. A total of 725 questionnaires were returned (53%)

	Sent	Returned
Incineration & ash melting	709	418
Gasification	40	29
RDF	36	18
Carbonization	3	3
composting	47	14
Bio-gasification	1	1
Sorting	544	242
Total	1,380	725

### Step3 (continued): Statistical analyses for modeling

- Mean difference analyses: between objective variables & qualitative explanatory variables
- Correlation analyses: between objective variables & quantitative explanatory variables
- Multiple linear regression analyses: between objective variables & variables significant in the preceding analyses

### Step4: Development of preliminary model

The result of multiple linear regression analysis for electricity consumption (stoker-type incinerator)

Relevant Factor	Explanatory Variable	Regression Coefficient
Scale	Capacity (t/day)	-
	Floor Space (m2)	-
Power Generation	Yes	15.263 <sup>*</sup>
	No	-
Exhaust Gas Treatment for SPM	EP, Bag Filter, EP & Cyclone, EP & Bag Filter	-
	Dry, Wet, Half Dry, Dry & Wet	-
Exhaust Gas Treatment for HCl	Combustion Control, Catalytic De-Nox Process, Thermal De-Nox, Combustion Control & Catalytic De-Nox, Combustion Control & Thermal De-Nox	-
	Electric	81.193 <sup>***</sup>
Ash Melting	Fuel	122.474 <sup>***</sup>
	Constant	-
Coefficient of Determination (R <sup>2</sup> )		0.234

- Excluded variables: -, p<0.1, \*\*\*, p<0.001

### Step5: Validation, amendment & complement of model by WG

- Exclusion of exceptional data
- Classifications of technical options
- Classifications of chemicals by their functions
- Comparisons between model calculation results & design values
- Complements to missing items

### Step6: Completion of model

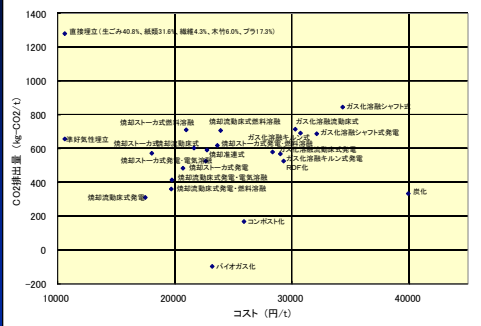
Examples of stoker-type incinerator

objective variable	unit	n	basic unit	model
total cost	ten thousand ¥/Y	35	¥650.0 (under 10000), 4820.0 (more than 10000)	
floor space	㎡/scale	148	332.2 <sup>*</sup> -0.017 <sup>*</sup> ×S+16.8 <sup>*</sup> ×P+17.6 <sup>*</sup> ×Ash+42.8 <sup>*</sup> ×Ash3	
personnel expenses (management)	persons/team	140	5.78 <sup>*</sup> +0.025 <sup>*</sup> ×S-3.48 <sup>*</sup> ×EmpM2	
personnel expenses (operation)	persons/team	144	4.80 <sup>*</sup> +0.005 <sup>*</sup> ×S+0.803 <sup>*</sup> ×P+0.014 <sup>*</sup> ×EmpO2	
electricity consumption	kWh/t waste	113	122.47 <sup>***</sup> +15.3 <sup>*</sup> ×P+Power+81.2 <sup>*</sup> ×wAsh2	
fuel consumption (incinerator)	L. kerrosene	135	-	
	A waste	111	-	
fuel consumption (ash melting furn)	MJ/t waste	135	40 <sup>*</sup>	
	A waste	2	-	
fuel consumption (ash melting furn)	L. kerrosene	2	377 <sup>*</sup>	
	MJ/t ash melting	2	14.044 <sup>*</sup>	
water consumption	m <sup>3</sup> /t waste	148	1.797 <sup>*</sup> -1.15 <sup>***</sup> ×Gas+0.43 <sup>*</sup> ×Gas3+0.50 <sup>*</sup> ×HCl3	
quantity of effluents	L/t waste	36	10.607 <sup>*</sup> -0.336 <sup>*</sup> ×HCl3	
quantity of waste water sludge	m <sup>3</sup> /t waste	12	0.0019 <sup>*</sup>	
ash generation	t/t waste	86	0.16 <sup>*</sup>	
fly ash generation	t/t waste	64	0.020 <sup>*</sup>	
fly ash treatment generation	t/t fly ash	12	1.4 <sup>*</sup>	
ash melting generation	t/t melt	4	0.16 <sup>*</sup>	
ash melting treatment generation	t/t melt	4	0.35 <sup>*</sup>	
molten slag recovery	t/t melt	10	0.78 <sup>*</sup>	
power generation	MWh/waste	58	0.0473×Te+0.0949×Te2+0.173×TeH4×CV+UF1×P+Power+0.248×CV+UF1×P+Power3+0.27776	
metal melting recovery	t/t melt	7	0.046 <sup>*</sup>	
iron recovery	t/t incombustibles	6	0.0021 <sup>*</sup>	
aluminum recovery	t/t incombustibles	2	0.00059 <sup>*</sup>	
metal recovery	t/t incombustibles	6	0.0031 <sup>*</sup>	

t: p<0.1, \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001



## 2.2 Position Map of Technologies



## 3. Development of Collection Models on Various Waste/Recyclable Categories

### 3.1 Objective

- The authors conducted tracking survey of waste collection vehicles by GPS loggers for developing information basis on segregate collection system.
- The authors also conducted interval estimations of costs and environmental loads on some segregation scenarios by using these analytical results and their decision support software "SSWMS."

### 3.2 Tracking survey of waste collection vehicle

#### (1) Target city

Municipality	Collection Status
A city	Many separation categories; Cans, Glass bottles, PET bottles, Plastic containers and packaging, and Paper containers and packaging
B city	Segregate collection of kitchen wastes
C city	Segregate collection of kitchen wastes
D city	Commingled collection of Cans, Glass bottles and PET bottles
E city	Door-to-door collection of combustibles, incombustibles and recyclables
F city	Introduction of a discharge-fee system in February 2009

#### (2) Outline of tracking survey

##### A. Mounting GPS logger onto collection vehicle



##### B. Collection of tracking data

Time	Latitude	Longitude	Speed	Direction
08:00	35.681234	139.761234	15	90
08:05	35.681234	139.761234	15	90
08:10	35.681234	139.761234	15	90
08:15	35.681234	139.761234	15	90
08:20	35.681234	139.761234	15	90
08:25	35.681234	139.761234	15	90
08:30	35.681234	139.761234	15	90
08:35	35.681234	139.761234	15	90
08:40	35.681234	139.761234	15	90
08:45	35.681234	139.761234	15	90
08:50	35.681234	139.761234	15	90
08:55	35.681234	139.761234	15	90
09:00	35.681234	139.761234	15	90
09:05	35.681234	139.761234	15	90
09:10	35.681234	139.761234	15	90
09:15	35.681234	139.761234	15	90
09:20	35.681234	139.761234	15	90
09:25	35.681234	139.761234	15	90
09:30	35.681234	139.761234	15	90
09:35	35.681234	139.761234	15	90
09:40	35.681234	139.761234	15	90
09:45	35.681234	139.761234	15	90
09:50	35.681234	139.761234	15	90
09:55	35.681234	139.761234	15	90
10:00	35.681234	139.761234	15	90

##### C. Visualization of tracking data and calculation of travel distance/velocity by GIS software



The following information was also collected:

- Operation time by the following category:
  - Running forth from a facility to the first collection point,
  - loading waste,
  - running between waste discharge points on board,
  - running back from the last collection point to a facility, and
  - unloading waste.
- Total weight of collected waste
- Number of loaded waste bag

#### (3) Current status of operating velocity

The averages of operating velocity of running forth and back were 19.13-27.37km/h, and there was a significant difference between municipalities. ( $p < 0.001$ )

The averages of operating velocity of running between waste discharge points on board were 11.45-16.31km/h, and there was no significant difference between municipalities.

#### (4) Predictive model on operation time of loading waste

	Category and Vehicle type	Predictive model
A city	General wastes by 2t packer	$T_{LV} = 1.53^{***} \times N_b + 6.17$
	Cans by 2t packer	$T_{LV} = 1.96^{***} \times N_b + 29.83$
	Glass bottles by 2t packer	$T_{LV} = 1.83^{***} \times N_b + 14.47$
	PET bottles by 2t packer	$T_{LV} = 3.27^{***} \times N_b$
	Plastic containers and packaging by 4t packer	$T_{LV} = 0.96^{***} \times N_b + 22.79^{***}$
B city	Kitchen wastes by 1.2t dump truck	$T_{LV} = 2.44^{***} \times N_b + 16.44^{***}$
C city	Kitchen wastes by 3t packer	$T_{LV} = 1.74^{***} \times N_b + 12.83^{***}$
D city	Commingled collection of cans, glass bottles and PET bottles by 2t packer	$T_{LV} = 1.69^{***} \times N_b + 15.90^{***}$
E city	Door-to-door collection of combustibles by 2t packer	$T_{LV} = 1.83^{***} \times N_b + 13.64$
F city	Combustibles by 2t packer	$T_{LV} = 1.54^{***} \times N_b + 5.43$

$T_{LV}$ : operation time of loading waste (sec),  $N_b$ : number of loaded waste bag

\*\*\*  $p < 0.001$

## 4. Scenario Analyses on Various Segregate Collection Systems

### 4.1 System boundaries and scenario definition

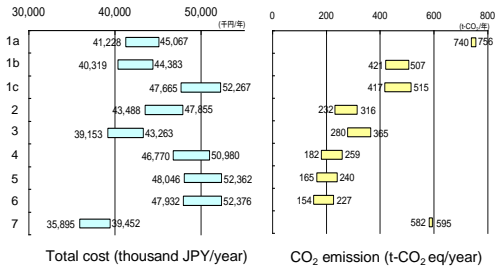
The authors estimated the total cost and the CO<sub>2</sub> emission for waste management including waste collection, intermediate treatment, landfilling and reprocessing.

The following 7 scenarios were estimated for S district of A city with a population of 6,424 (2,724 households).

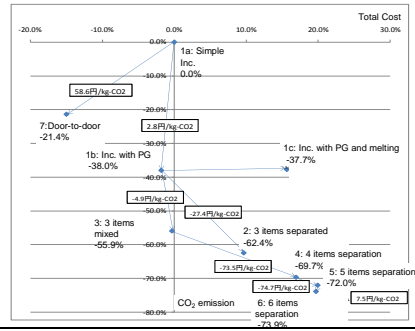
1. **Base scenario:** Station collection of combustible wastes and incombustible wastes:  
3 sub-scenarios were estimated; a) simple incineration, b) incineration with power generation, and 3) incineration with power generation and melting.
2. **Separate collection of 3 containers scenario:** In addition to scenario 1, cans, glass bottles and PET bottles were collected separately.
3. **Commingled collection of 3 containers scenario:** In addition to scenario 1, cans, glass bottles and PET bottles were collected by mixture.
4. **Separate collection of waste plastics scenario:** In addition to scenario 3, plastic containers and packaging were collected separately.
5. **Separate collection of waste paper scenario:** In addition to scenario 4, paper containers and packaging were collected separately.
6. **Separate collection of kitchen waste scenario:** In addition to scenario 5, kitchen wastes were collected separately and were treated in a bio-gasification facility.
7. **Door-to-door collection of combustible waste and incombustible waste:** Door-to-door collection of combustible wastes and incombustible wastes with a discharge fee system

### 4.2 Interval estimation of scenario (90% bootstrap confidence interval)

The authors defined probability distributions for the model coefficients, and conducted interval estimations (5% to 95%) by Monte Carlo Simulation.



### 4.3 Relative positions of scenarios in comparison with base scenario



(2)-1 インドネシアセミナー (2011)

田中 勝 “General Aspect of SWM Improvement of Solid Waste Management”

Treatment and Processing Technology for MSW  
 Sharing Experiences-Japan and Indonesia  
 December 28, 2011  
 R. Multi Media-Gedung Kuliah Umum (GKU)  
 Kampus ITB, Indonesia

General Aspect of SWM  
 Improvement of Solid Waste  
 Management

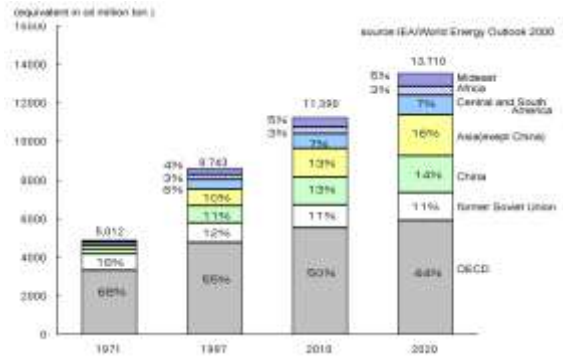
Masaru Tanaka, Ph.D.  
 Director, Sustainability Research Institute,  
 Tottori University of Environmental Studies  
 Professor emeritus, Okayama University

1. 3R for Sustainable

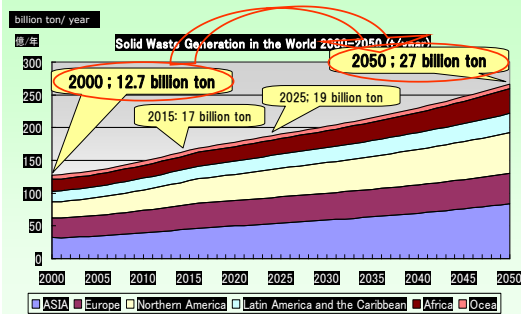
Waste is index of  
 resource consumption



Consumption of Natural

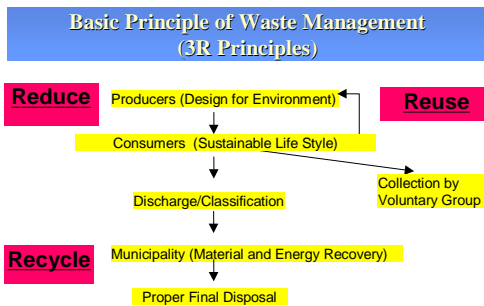
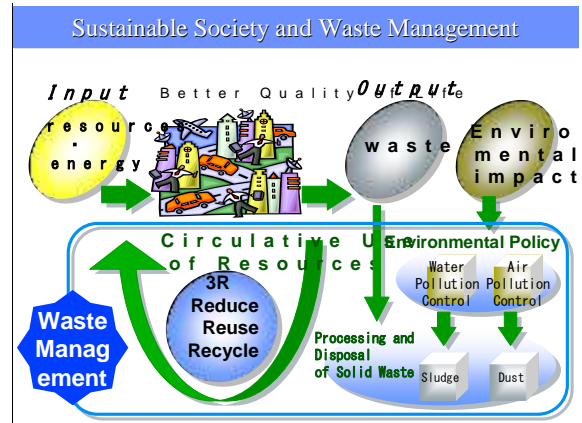
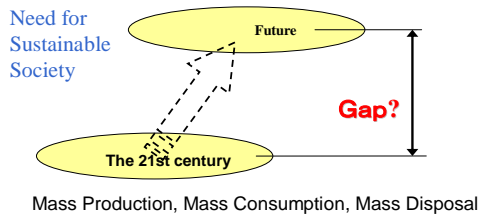


Solid Waste Generation in the World until 2050



Good or Bad ?

- Bad Situation
  - War
  - Ill
  - Unhappy
  - Poor
  - Waste
- Goo  
I  
Ha  
F  
C



2. Japan's experiences in waste management policies to be shared with other countries

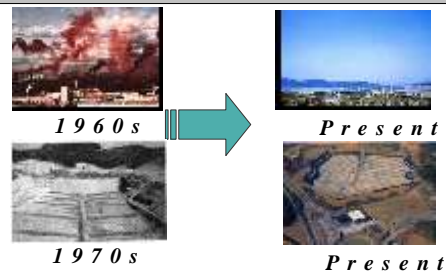
### Japan's past conditions regarding waste issues

- Past policy measures of waste management were far from fundamental resolution; "Sweep the trouble under the carpet"
- "The chapter, the better" style prevailed in waste treatment. (Bad money drives out good money.)



### Progress of waste treatment

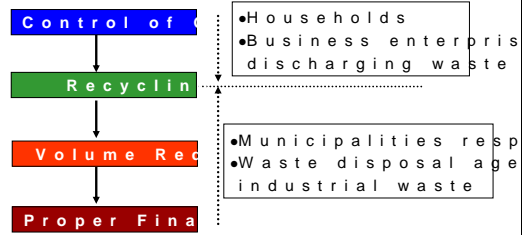
- Introduction of perfect burning and gas waste incineration contributed to reducing gas emission
- Liner sheet and effluent treatment plant



### For Better Waste Management



### Basic Principle Under Waste Disposal



### Significance of Reduction, Reuse and Recycling

#### Separate Collection and Groups Collection

Approximately 1,300 municipal governments (approximately 40% of all) are collecting cans, bottles and used paper as recycled.

Group collection is a system under which local organizations, such as town associations, children's association and PTAs, collect recyclable wastes like metal scrap and glass bottles and deliver them to recycling companies with a view to efficient recycling. Revenues from such collection are used to fund local activities. Citizens' organizations registered for group collection numbered 82,000.

### Promotion of a regional 3R Society by local governments and NGOs

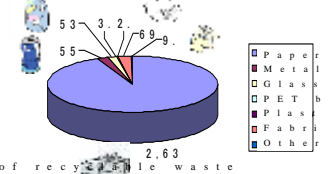


Local governments support citizens groups, NGOs/NPOs, etc. to collect waste.

~4 kg of collected recyclable waste per household per month

About 3,000 tons/year of waste collected through this group collection

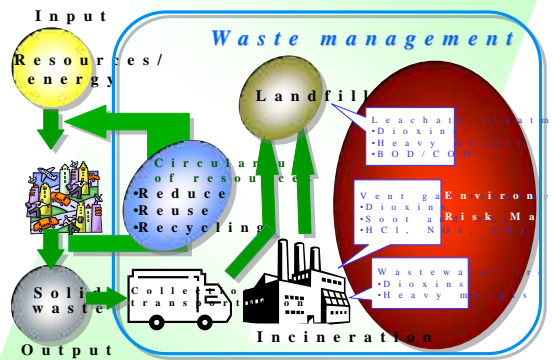
[Details of waste by group collection]



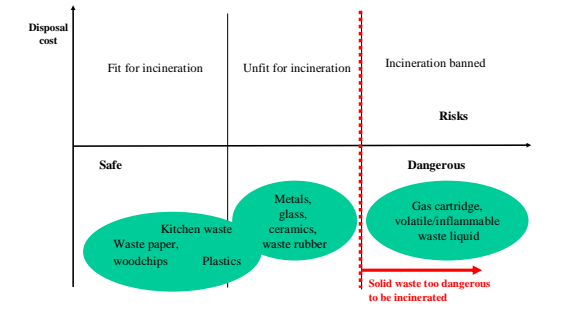
Group collection of recyclable waste

### 3. How safe is safe in MSW disposal?

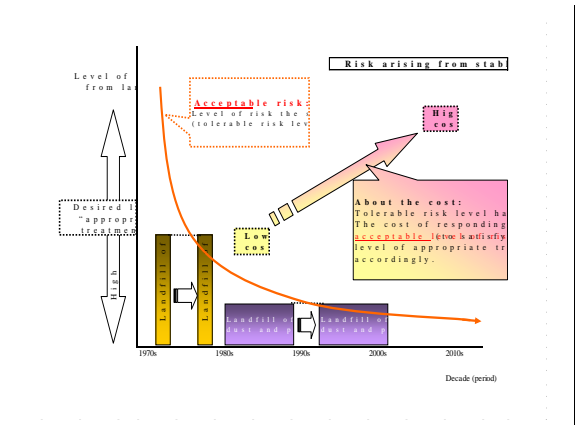
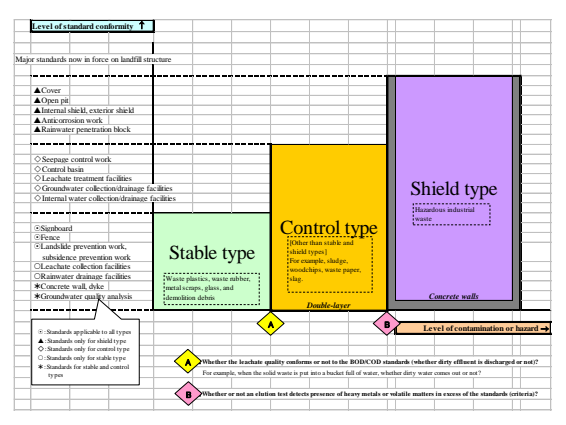
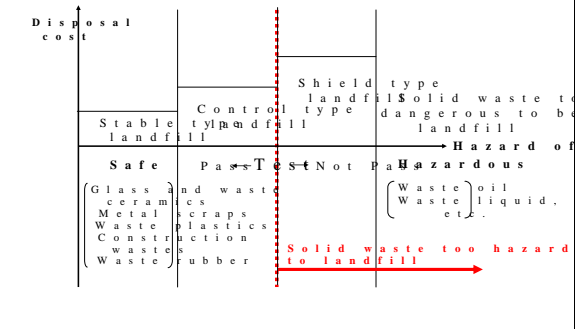
### Waste Management and Environment



### Solid Waste Classified in Terms of Risk Associated with Incineration



### Solid Waste Classified in Terms of Risk Associated with Landfill



### 4. How to minimize MSW for Landfill Disposal?

### Characterizations of Waste in Japan and Highly Populated Areas

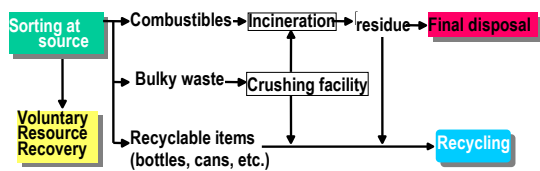
Physical Characterization  
 Area Small  
 Population Density High  
 Material Resource Little  
 Social Characterization  
 Anxiety for Safety High

Waste Disposal Methods are diverse and secure  
 Waste Disposal is tight





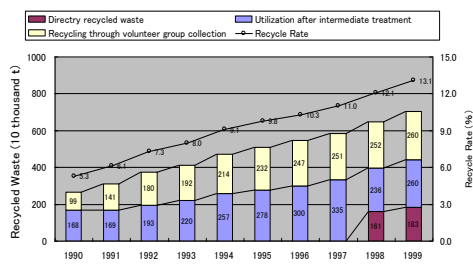
### Waste Minimization for Landfill



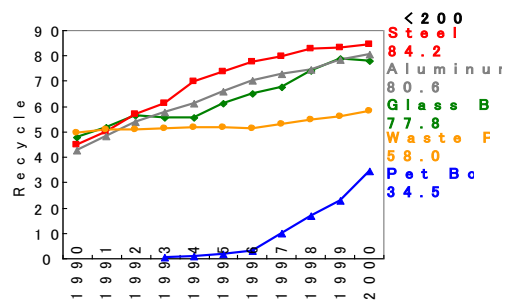
Promotion of Recycling at Municipal Level



Ec-Cement Plant in S

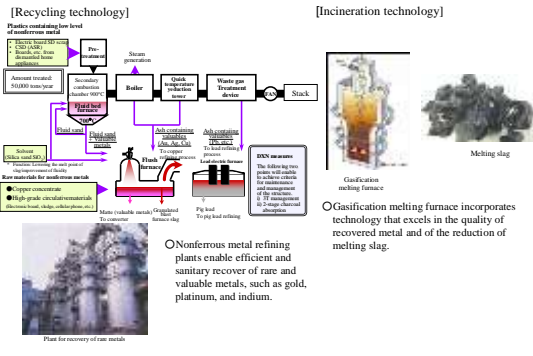


Recycled Waste and Recycle Rate



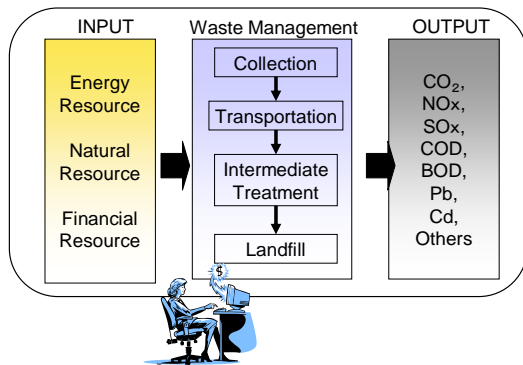
Recycle Rate of Paper, Can

## Development of 3R promotive technology



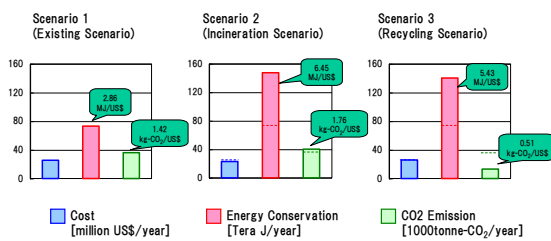
5. How to choose the management policy consideration of many

## WLCA (Waste Life Cycle Assessment)



種類の多い分別回収で忘れてはならないのは、ここでも燃料消費し環境負荷をもたらす

## Validation for Okayama City –Result1-



6. How to upgrade the governmental policies

- Society of Solid Waste Management Experts in Asia & Pacific Islands (SWAPI)



## PDM

- Pride
- Dream
- Mission

(2)-2 インドネシアセミナー (2011年)

Prof. Haruo Matsumura, Dr. Shin Sato

「Alternative Technology for Municipal Solid Waste in Japan」

## Alternative Technology for Municipal Solid Waste in Japan

ITB-TUES Seminar, Bandung, Indonesia  
December 28, 2011

Prof. Haruo Matsumura  
and  
Dr. Shin Sato  
Tottori University of Environmental Studies (TUES)

## Contents of Presentation

1. History of Solid Waste Management in Japan
  2. Advantage of Incineration Process
  3. Promotion of 3R's Activities in Japan  
by Haruo Matsumura
- 
1. Biological Approaches to Organic Waste  
by Shin Sato

## Waste Cleansing Law (1900)

- Measures of Contagious Decease for Public Health (Outbreak and Prevalence of Cholera in 1872)
- Liability of Municipal Waste Disposal is for Municipalities (Change from Private Sector to Public Sector)
- Main Policy of Municipal Waste Disposal is Incineration (Open Burning) and Landfill
- In 1930, Incineration was Obligated to Local Government by the Amendment of the Law
- In 1937, 50% of Municipal Waste Disposal was Incineration. Other Disposal Methods are Landfill, Compost, Open Burning, Recycle to Agriculture and Livestock and Hand Sorting of Valuable Material.



Ship Transportation of Waste from Downtown Area to Disposal Site (1931)

Source: "Seisaku Hyakunen-shi" published by Tokyo Metropolitan Government



Fukagawa Incineration Plant (1933), Capacity: 940t/day

Source: "Seisaku Hyakunen-shi" published by Tokyo Metropolitan Government



Burning Operations against Explosive Fly Bleeding in Yume-no-Shima (Dream Island) in Tokyo (July 1965)

Source: "Seisaku Hyakunen-shi" published by Tokyo Metropolitan Government



## Waste Management and Public Cleansing Law (1970)

- Abolition of Waste Disposal Law in 1954
- Measures of Waste Disposal for Regional Environment
- Implement of the New Category for "Industrial Waste"
- Definition for Responsibility of Generator
- Public Participation for Waste Disposal
- Permission of the Waste Disposal Facilities
- Permission of the Waste Management Contractor



Sugunami Incineration Plant with Heat Recovery Facility



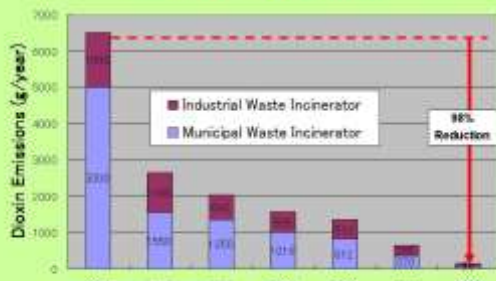
Note: It may be necessary to basically rethink such an incineration race.

(Source: "Gomori Hakkoban", by Dr. Hiroshi Takatsuki)

## Image of Criteria for Incineration Facilities



## Dioxin Emissions from Waste Incinerators in Japan



(Source: Ministry of the Environment)



Minato Incineration Plant Constructed along Seaside (1999)

Source: "Tokoku Hyakusen-eki" published by Tokyo Metropolitan Government



**Advantage of Incineration Process**

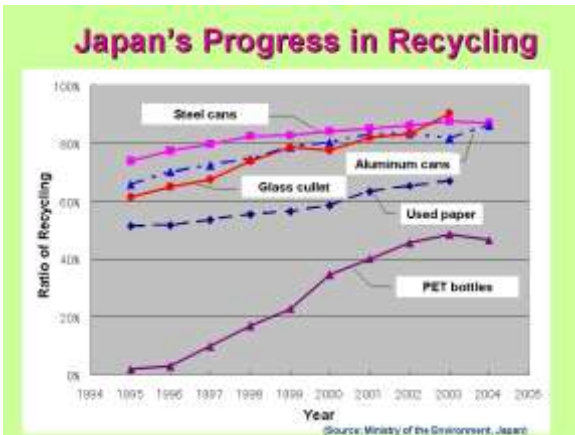
- Incineration is the most popular methods for disposing of combustible waste containing municipal solid waste (MSW) and industrial waste (IW) in Japan.
- Incineration leads to waste volume reduction in landfills.
- Incineration eliminates the risk of infectious disease caused by decaying organic waste
- Incineration is an excellent disposal method in terms of public hygiene in the monsoon area.

**Present Status of Incineration in the World**

Incineration Ratio of Municipal Waste		Number of Incinerator (Round Numbers)	
Europe	Switzerland	80%	30
	Denmark	65%	30
	Sweden	60%	30
	France	40%	200
	Germany	25%	60
	Italy	17%	30
Asia	U.K.	6%	20
	Japan	75%	1700
North America	U.S.A.	15%	150
America	Canada	6%	20
	Other Countries	5%	
Average in the World		<6%	







## Reduction of Final Disposal Amounts in Japan



Tokyo Bay Offshore Final Landfill Site (2009.1.13)  
Left: Current Operating Site (314ha), Right: Construction of New Site (184ha)

## New Strategy of Solid Waste Management in Japan

Tokyo Metropolitan Government (May 2004)

- Reduction of Plastics Waste into Landfill Site to "Zero"
- Use for Plastics Waste to Save Natural Resources
- Promotion of Heat Recovery from Plastics Waste

The Council of Ministry of The Environment (October 2004)

- To Promote Heat Recovery to Save Natural Resources
- Plastics Waste is Concluded as Combustible Waste
- Use for Well-Maintained Incinerator to Promote 3R Policies

27

## Power Generation of Incineration Plant

Current Results:

- Municipal Waste Incineration Plant : 1,243
- Power Generation Facility : 304 (24.5%)
- Total Capacity of Power Generation : 1,673MW
- Total Annual Power Generation : 6,876GWh
- Average Efficiency of Power Generation : 11.3%
- Equivalent to Power Usage of 1.9 Million Households

(Source: Ministry of the Environment, Data: Fiscal Year of 2009)

Proposed Target for FY2012 by the Ministry of the Environment

- Total Capacity of Power Generation : 2,500MW
- Equivalent to Power Usage of 2.8 Million Households

## Disposal Cost of Industrial Waste for Incineration and Landfill

### Incineration process

Standard process	180 - 230 US\$/t
High temperature process	230 - 280 US\$/t

### Landfill disposal

Stable type waste	50 - 70 US\$/m <sup>3</sup>
Controlled type waste	180 - 230 US\$/m <sup>3</sup>

(As of October 2000)



(2)-3 インドネシアセミナー (2011)

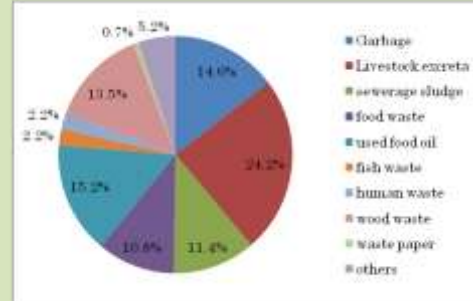
佐藤 伸 “Alternative technology for solid waste management in Japan”

**Alternative technology for solid waste management in Japan**  
- Biological approaches to organic waste-

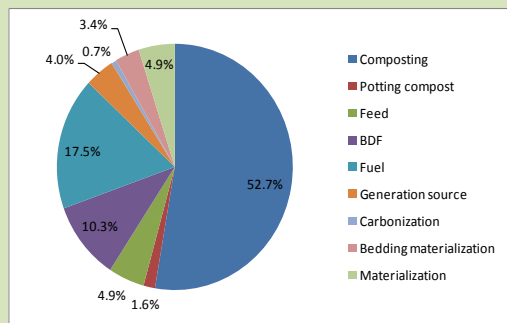
Tottori University of Environmental Studies  
Department of Environmental and Information Studies  
Shin Sato

**Content of waste biomass in successful biomass towns in Japan**

127 of Biomass town have provided successful results



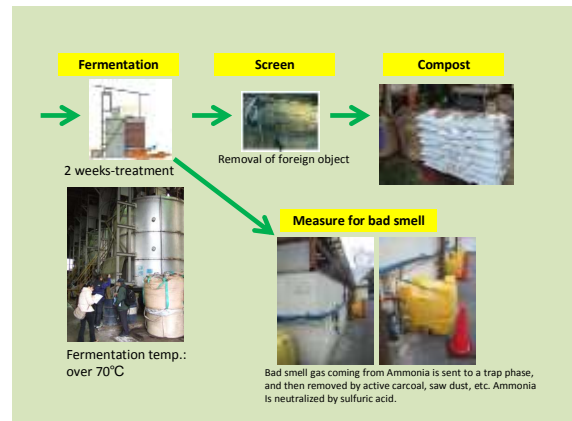
**Utilization ways of waste biomass in successful biomass towns in Japan**



**Recycle of waste biomass**

- Compost: most popular method  
Depending on materials, facility scales, and areas.  
Livestock excreta: Huge amount  
→ Accumulation method with low cost  
Case in city area : need for reduction of bad smell  
→ Mechanical treatment in a close building
- Compost is terminal process of organic materials  
Amylose/Lignocellulose → **Bioethanol**  
→ Residue → Compost  
Waste food oil → **Biodiesel** → Residue → Compost  
Livestock excreta → **methane gas** → Residue → Compost

**SANKO corporation in Tottori city, Tottori**





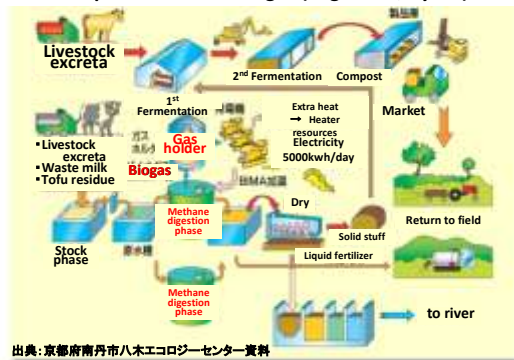
## Preparation flow of compost from garbage in Gifu city



## Recycle of waste biomass

- Methane fermentation:
  - A sole method for collection of methane gas energy from liquid organics with low cost
- Differences of materials
  - 1, Dry type fermentation: 30-40% of solid materials
  - 2, Wet type fermentation: less than 15% of solid materials
- Differences of temperature during fermentation
  - 1, Middle temperature fermentation: around 37°C
  - 2, High temperature fermentation: around 53°C
    - can be achieved in dry type fermentation

## Utilization of livestock excreta for production of compost and methane gas (Yagi town, Kyoto)



Yagi Bioecology center,

Thank you for your kind attention

## What is Biomass Town?



## What is biomass town?

- Biomass town is a plan for local government bodies to promote biomass utilization in their regions.
- Government asked local bodies to submit proposals on effective utilization of biomass in each region.
- Once it has approved by the governments, the local bodies are easier to obtain the funds from MAFF based on the proposals.

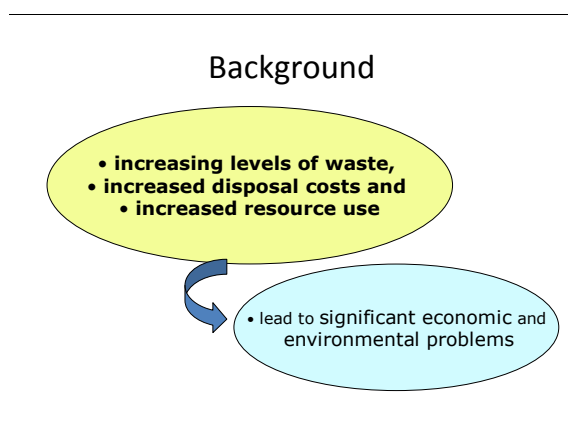
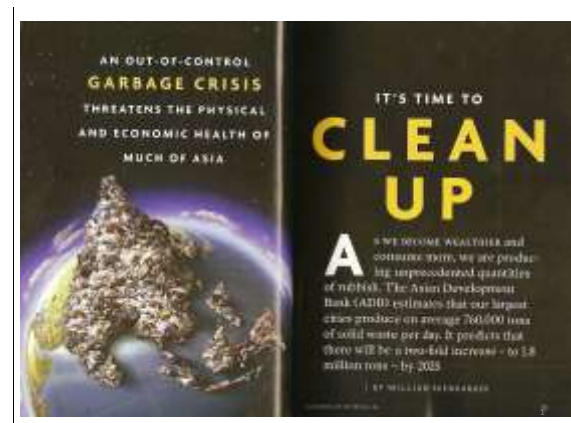
\*MAFF: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

## A compost process of organic sludge and food wastes by an agent of industrial waste in Tottori city



(2)-4 インドネシアセミナー (2011)

Indonesia Solid Waste Association “Waste Minimization Approach in MSW Management in Indonesia”



**Waste Minimization**

- Include all practices (including waste prevention, reuse and recycling) that **reduce the amount of waste entering the environment**;
- In industry mean practices, including but not limited to :
  - Product design modification,
  - Inventory management changes,
  - O & M procedure changes,
  - **Material changes,**
  - Equipment replacement or modification,
  - **Reuse / recycling of waste materials**

EPR is to promote minimization



## MSW Management Law - 2008

**Two main activities :**

- Reduction and Handling

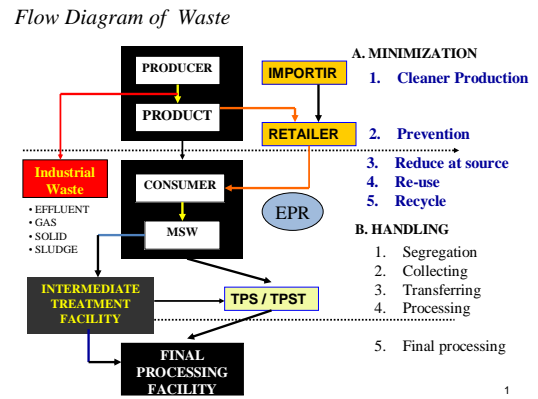
**Reduction**

- Reduce at source;
- Reuse ;
- Resources Recycling → EPR (Extended Producer Responsibility)

**Handling**

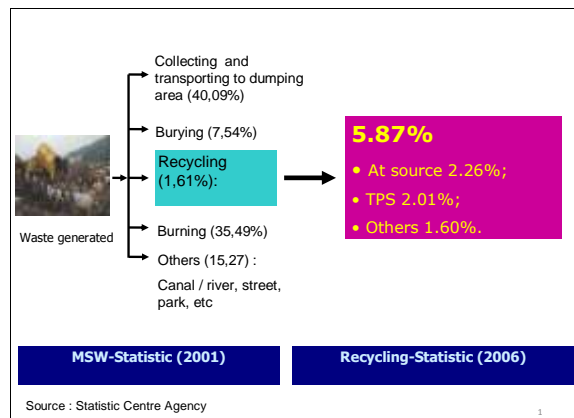
- Segregation ;
- Collection ;
- Transportation ;
- Process ;
- Final treatment.

**Import is prohibited**

### EPR is intended to :

- Reduce the amount of materials going to landfill by promoting 3R;
- Provide producers incentives to environmental consideration at product design and raw material selection



### MSW Management in Seoul

No.	Activities	2000 (ton/day)	2006 (ton/day)	%
1.	Weight of garbage	11.438	10.746	- 6.05 ↓
2.	Recycling	5.147	6.728 (62.6%)	30.72 ↑
3.	Incineration	627	1.213 (11.3%)	93.46 ↑
4.	Sanitary Landfill	5.664	2.805 (26.1%)	- 50.47 ↓

- KOREA
- 1995 - 2002 : Volume based waste fee system → penurunan 1.3 kg/cap menjadi 1.04 kg/cap
  - 2002 - 2011 : Circulatory Waste Resource Management Plan

**Mountains of Trash :** US-EPA, **only one-third** of municipal solid waste was recycled in 2007



Garbage Is Good: Recycling in America

## The Law No. 18 Year 2008

- **Article 13**
  - The management of settlement area, commercial area, industrial area, special area, public facility, social facility and other facilities oblige to provide **waste segregation facility**
- **Article 45 :**
  - The management of settlement area, commercial area, industrial area, special area, public facility, social facility and other facilities not having waste segregation facility at the time of enactment of this act, **shall have the responsibility** to construct and to provide **waste segregation facility** at the latest one year.

1

## The Law No.18 Year 2008

- Article 14, Every producer should **labeled or put symbol** on the packaging and / or their products, related to waste reduction and handling.
- Article 15, The producer oblige to manage the packaging of their product and / or their product which unable or difficult to be decomposed in natural processing → **EPR**

## The Law No.18 Year 2008

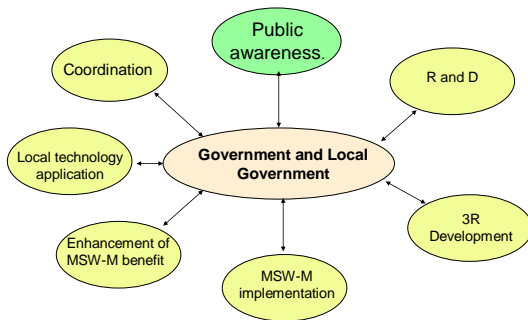
- Article 20 (3)....., business actor utilize materials for production that produced minimum waste, reusable and recyclable, and /or easy to be decomposed by natural process
- Article 20 (4)....., community utilize reusable and recyclable, and /or easy to be decomposed by natural process.

## The Law No. 18 Year 2008

- Article 21:**
- The government provides :
    - a. **Incentive** to every one who conduct waste reduction; and
    - b. **Disincentive** to every one who does not conduct waste reduction.

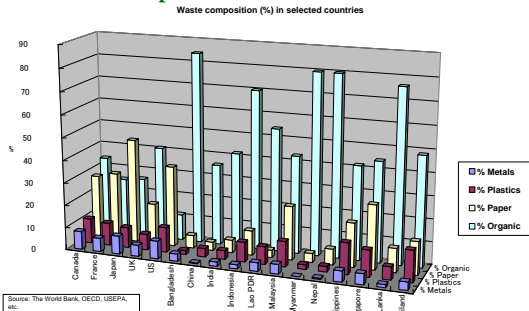
1

### The Law 18 / 2008 : MSW-M, Article 6



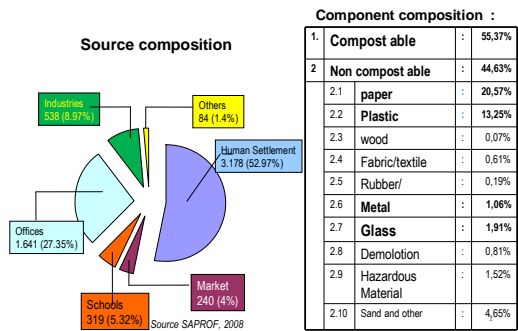
1

### Waste composition in selected countries



1

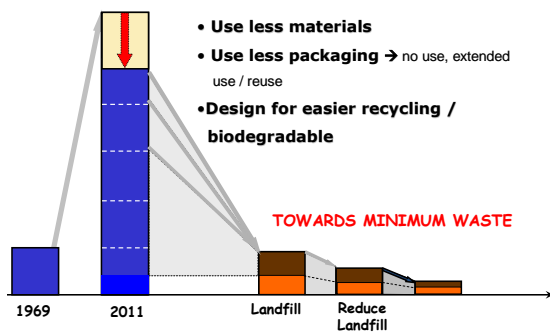
## MSW's source and component composition in DKI Jakarta



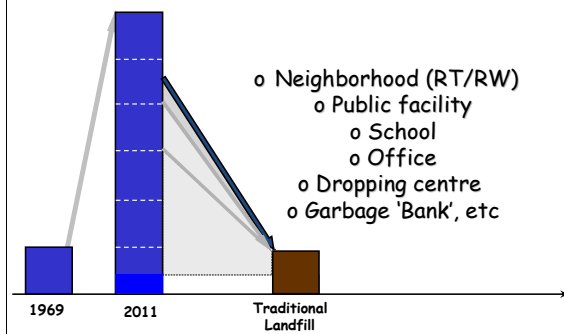
## Waste Minimization Approach

- At Up Stream**
  - Cleaner production
  - Prevention : material change, use less material, dfe, reuse and recycling material, etc
- At source**
  - Segregation
  - Reuse
  - Recycle
- At down stream**
  - Integrated processing facility, recycling industry and recycling material content in industry.
  - Final treatment

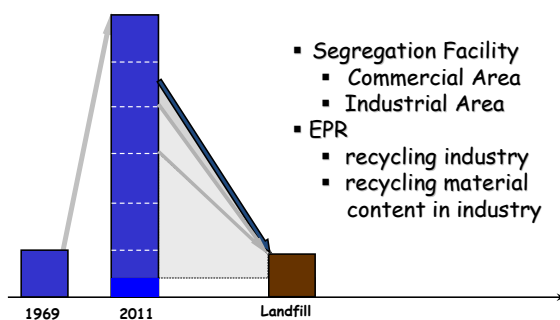
### Strategy #1 : Waste Minimitation at up stream



### Strategy #2 : 3R at source → community based

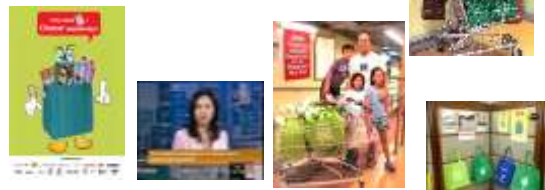


### Strategy #3 : 3R → business actor

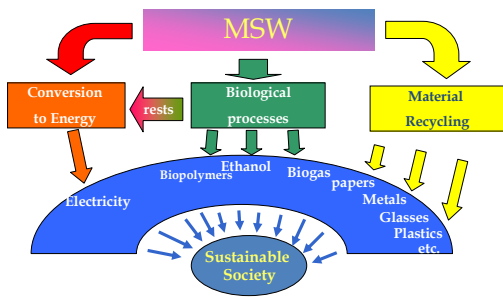


### Public campaign

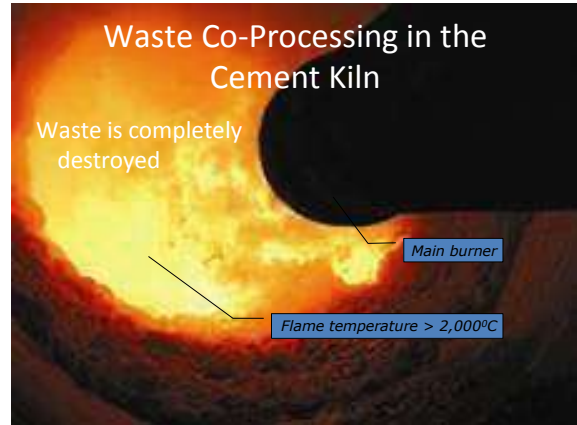
- Commemoration of Waste Disaster
- Promotion of Degradable Plastic Shopping Bag
- No use / reuse of plastic shopping bag



**The Law 18/2008 : Recycle and Utilization**



MSW problems should be solved by Integrated MSW Management through combination method



**Maximum Recycling, Minimum landfilling**



The Waste Problem can only be solved with an Integrated Waste Management - with a Combination of Methods



**terimakasih**

(3)-1 インドネシアワークショップ (2011年)

Prof. Haruo Matsumura

「Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan」

## Present Situation of Waste Biomass Utilization in Japan

ITB-TUES Workshop, Bandung, Indonesia  
December 29, 2011

Prof. Haruo Matsumura  
Tottori University of Environmental Studies (TUES)  
and  
Mr. Satoshi Higashinakagawa  
Nippon Koei Co., Ltd.

### What is Biomass Town?

**Biomass Town is ...**  
a community which utilizes biomass with strong ties among a community and local stakeholders. Government promotes Biomass Town for the achievement of one of the Biomass Nippon Strategy's goals: 300 biomass towns by 2010.

**Current Situation of each region**

- What kind of biomass to use depends on regions. For example, domestic waste water, leftover food, sewage sludge, slatted wood, washed processing residues
- How to use biomass also depends on regions. product, compost, plastic, energy, gas, electricity

**Tailor-made**

**Issues to consider**

- Essential for cooperation among concerned parties
- a variety of ways to use biomass corresponding to local needs
- efficient ways to collect, transport, convert biomass resources and use biomass energy

**Goals of policy in each region vary**  
for example, purification of global warming, local production of energy for its local consumption, revitalization of local businesses and etc.

**Increase numbers of Biomass Town**

**GOAL: 300 Biomass Towns by 2010**

**318 Biomass Towns as of end of April, 2011**

**998 Biomass Towns by 2020**

Based on MAFF Document  
Total Number of Towns: 1748

## Success or Failure?

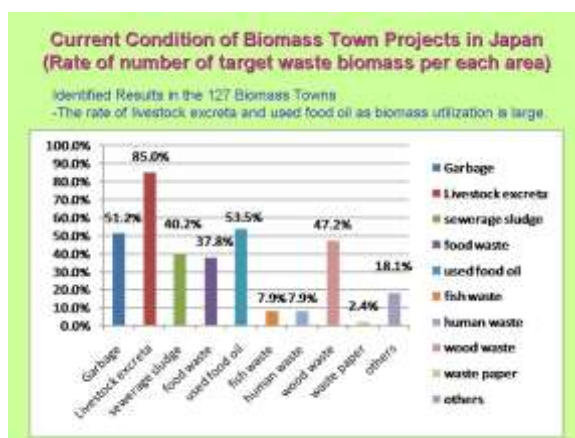
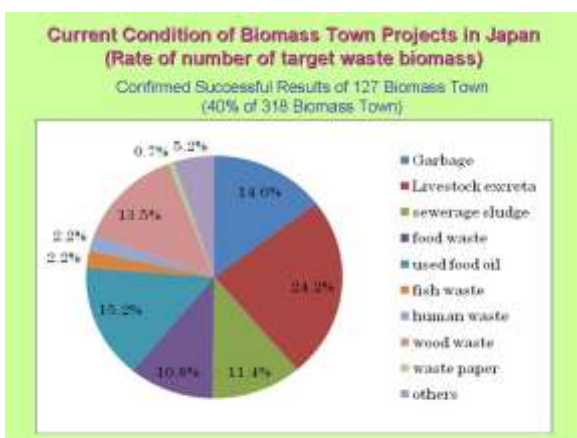
Preliminary Survey for Current Operating Project on 318 Biomass Towns

**Judgment Criteria**  
→ Existing actual results  
Product, Facility, Labor, Expense of Budget etc.

### Basic Plan for Promotion of Waste Biomass Utilization enacted December 2010

Generated Solid Waste: 580 million ton/year (FY2008)  
Biomass Waste: 320 million ton/year (55%)

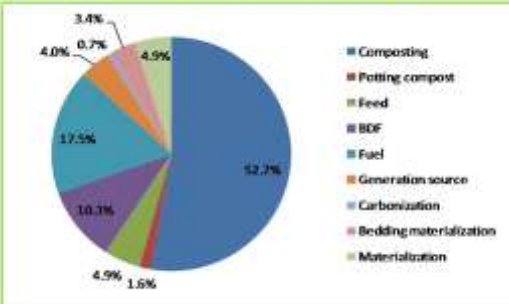
Target Waste	Amount Million T/Y	Current Utilization	Main Usage	Future (2020) Utilization
Waste Paper	27	80%	Recycled Paper	85%
Livestock Excreta	88	90%	Compost	90%
Food Waste	19	27%	Compost Feed	40%
Wood waste from Construction	4.1	90%	Paper Material Board Material	95%
Sewerage	78	77%	Construction Material	85%





### Current Condition of Biomass Town Projects in Japan (Rate of each utilization)

Identified Results of 127 Biomass Towns  
 -Most of utilization method is composting  
 -Compost method is utilized for various waste biomass



### Current condition of Biomass Town Projects in Japan (Rate of each utilization for target waste biomass)

Identified Results of 127 Biomass Towns



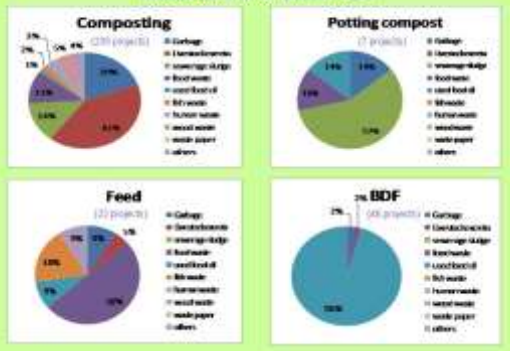
### Current condition of Biomass Town Projects in Japan (Rate of each utilization for target waste biomass)

Identified Results of 127 Biomass Towns



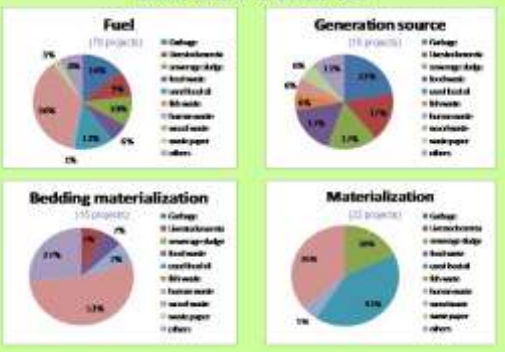
### Current condition of Biomass Town Projects in Japan (Rate of target waste biomass for each utilization)

Identified Results of 127 Biomass Towns

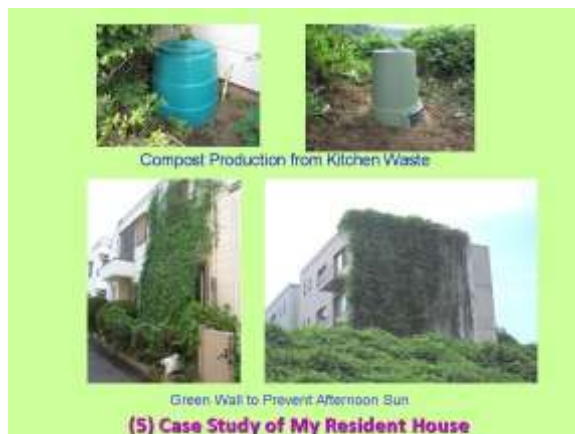


### Current condition of Biomass Town Projects in Japan (Rate of target waste biomass for each utilization)

Identified Results of 127 Biomass Towns







Future Strategy of Waste Management

**Change from Throwaway to Management with 3Rs: Reduce, Reuse and Recycle**

**Key Words**

1. Low Carbon Society
2. Sound Material-Cycle Society
3. Society in Harmony with Nature

17

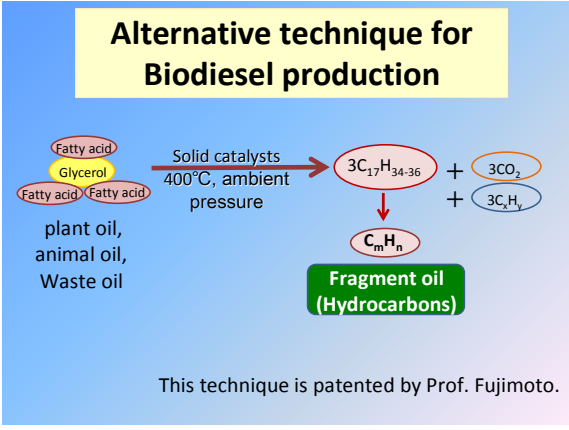
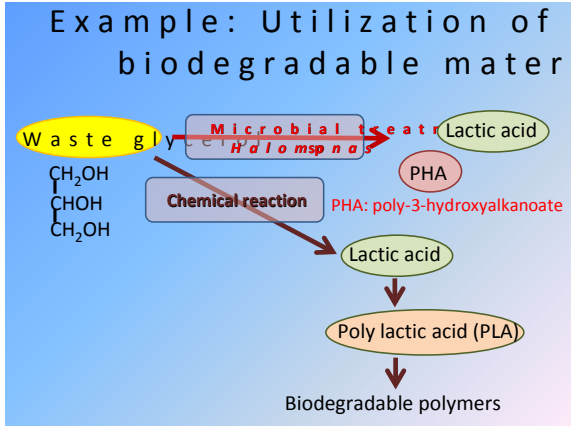
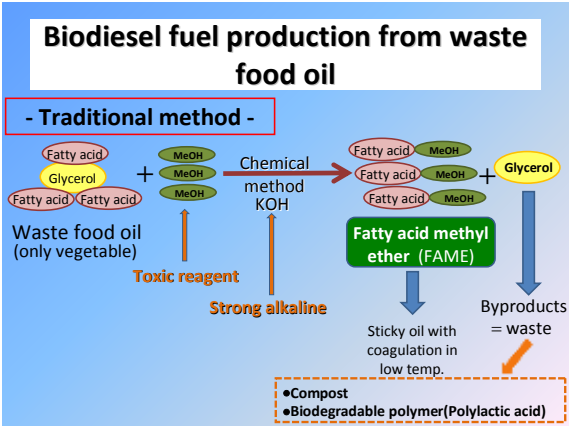


Agriculture using harvesters supplied with BDF in a local region has started since 2009

平成21年6月1日「農業用車両に対する非化石由来燃料の活用促進型社会の構築に関する研究」の一環として、本学が提供したバイオディーゼル燃料を使用した農業用収穫機のパフォーマンスに関する調査が実施されました。これは、バイオ燃料の活用促進を図るための調査であり、生物資源の活用を目的として、経済の代替燃料としてバイオディーゼル燃料を使用することにより、二酸化炭素排出量を削減できる「持続型農業」の構築が期待されています。

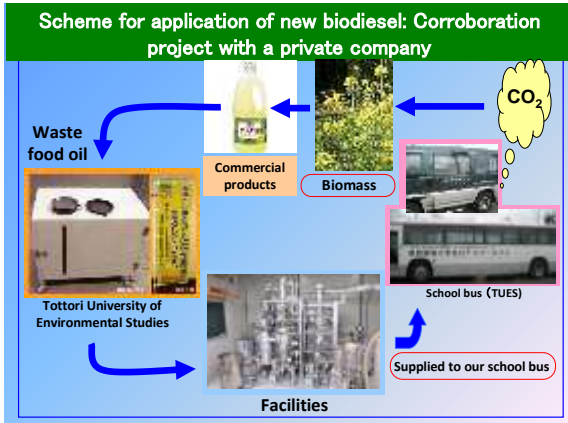
A restaurant on campus is serving who graduated from our uni

30日(日)より学生食堂では、卒業生が鳥取県鳥取市で生産した新鮮な地産品を使用したメニューを提供しています。この日は、平成21年3月の卒業生から、「ごちそうさま」と題して卒業生の思い出の料理や地元産品を使用したメニューが並びました。また、卒業生が鳥取県鳥取市で生産した新鮮な地産品を使用したメニューが並びました。卒業生が鳥取県鳥取市で生産した新鮮な地産品を使用したメニューが並びました。卒業生が鳥取県鳥取市で生産した新鮮な地産品を使用したメニューが並びました。



- Features of new biodie**
- 1. Similar quality as a commercial**  
 → Hydrocarbon oil with similar per diesel oil  
 → low coagulation point
  - 2. No alternative additives in the**  
 → No Methanol, No KOH  
 → No glycerol formation as a bypro
  - 3. No specificity of oil materials**  
 → Vegetable oil, perm oil, and anim
  - 4. Clean fuel**  
 → Low impact to environment (non





### Quality analysis of the new BDF oil

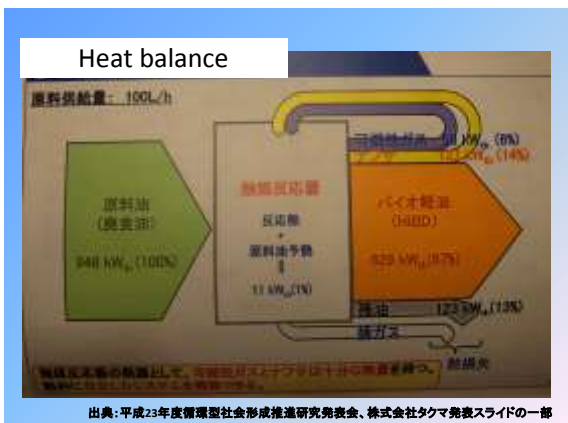
項目	バイオ軽油 (HBD)	軽油規格
密度(20℃)	0.84	0.84
粘度(40℃)	2.34	2.17
凝固点(℃)	-21	-18
閃光点(℃)	52	51
熱安定性(10%減速)	0.09	0.1
セタン価	47.7	45
揮発性炭素(10%減速)	0.01	0.01
トリブチル鉛	0.01	0.01
硫黄	25	25
窒素	25	25
水分(重量)	44.200	-
総灰分(重量)	47.400	-

出典：平成23年度循環型社会形成推進研究発表会、株式会社タカム発表スライドの一部

### Driver Impression

評価項目	バイオ軽油 (HBD)	FAME (従来油)	市販軽油
燃費(km/L)	8.4 km/L	8.4 km/L	8.7 km/L
エンジン音	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
エンジンの振動	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
エンジンの燃費	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(CO <sub>2</sub> 削減)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
運転のやすさ	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(1)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(2)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(3)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(4)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(5)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(6)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(7)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(8)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(9)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-
燃費改善(10)	軽油に比べて低い(10%)	軽油に比べて低い(10%)	-

出典：平成23年度循環型社会形成推進研究発表会、株式会社タカム発表スライドの一部



## Summary

- Traditional process  
**Most popular method, simple reaction system**  
→ Usage of toxic chemicals, 30% of byproducts, less performance than a commercial diesel fuel
- Alternative process  
**Similar performance as a commercial oil, no serious byproducts**  
→ High consumption cost, a tax-charged object

Thank you for your  
kind attention

(4)-1 アジア太平洋廃棄物専門家会議 バイオマスワークショップ (SWAPI) (2012)  
西田昌之 “Sustainable Utilization System of Sugarcane ”

**Sustainable Utilisation System of Sugarcane**  
- A Case Study of Miyakojima, Okinawa Japan -

Masayuki NISHIDA (PhD, Anthropology)  
Coworker: Shin SATO (TUCC)  
Sustainability Research Institute (SRI)  
Tottori University of Environmental Studies (TUES)

**Objectives of This Research**

- To find applicable biomass utilisation technologies for Asian environment and society from case studies of southern islands of Japan  
-High temperature, Tropical monsoon climate
- To develop a simplified evaluation method for field research on biomass utilisation projects

Development of TUES-BIOSEM

**TUES-BIOSEM**  
(Tottori University of Environmental Studies - Biomass Simplified Evaluation Method)

To improve efficiency on field research  
To make it easy to compare other data sets

A simple list of critical points to implement biomass projects

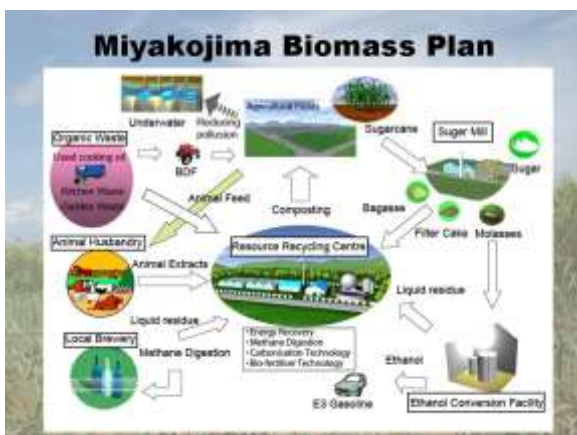
1. Institution	2. Materials	3. Technology
-Motivations	-Quantity	-Goal Attainment
-Sustainability	-Quality	-Stable Production
-Participation	-Fluctuation	-Efficiency
4. Finance	5. Policy & Laws	6. Impact
-Profitability	-Political Support	-Environmental Impact
-Cost Reduction	-Laws	-Social Impact
-Financial Support	-Policy Changes	-Academic Impact

**Profile: Miyakojima Island**

- Population: 55,102 (As of January 2012)
- Area: 158.88 km<sup>2</sup>
- Temperature: 23.6 °C (mostly Average)
- No rivers / underwater

Main Industries: Agriculture and Tourism

High dependency on sugarcane



**Motivations for Biomass Utilisation**

- Decreasing dependency rate on energy and materials from outside island
- Recovery of land productivity
- Prevention from groundwater pollution
- Contribution to reduce global warming



### Okinawa Seitou Sugar Mill in Miyakojima

- Founded in 1952
- Seasonal Operation:  
From January to March
- Processed sugarcane:  
Average 130,000 t/year
- Production of unrefined sugar:  
Approximately 15,000t/year
- 3 main byproducts: **bagasse**, **filter cake**, **molasses**






Open Composting Site

Bagasse



Filter Cake



Molasses




Composting Facility



Fermenting compost with vapour



Final state of compost



Commercial Products

### Evaluation of Miyakojima Biomass Town

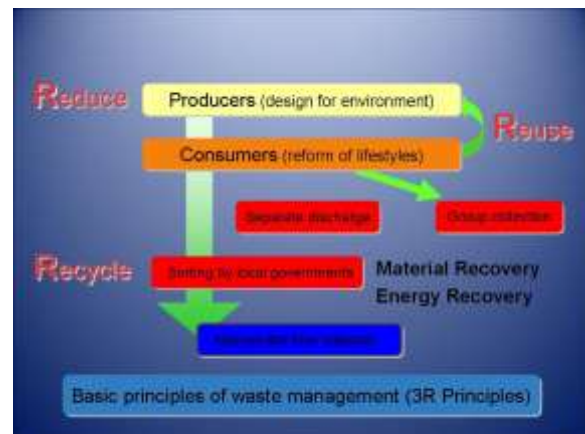
1. Institution	2. Materials	3. Technology
• Motivations ○	• Quantity △ - Shortage of Bagasse	• Goal Attainment ○ - 100% recycling of byproducts
• Sustainability △ - Lack of human capital	• Quality ○ + Market quality	• Stable Production ○
• Participation ○	• Fluctuation △ - Decreasing sugarcane production	• Efficiency △ - Boiler needs higher efficiency, but a new boiler costs high.
4. Finance	5. Policy & Laws	6. Impact
• Profitability ○ + No deficit from this project	• Political Support ○	• Environmental ○ + Reduction of groundwater pollution and CO2 emission
• Cost Reduction ○ + Access to cheap coconut. Reduce the cost of sugar processing.	• Laws -	• Social ○
• Financial Support ○ + Supported by city and the state	• Policy Changes -	• Academic ○ + Several academic papers

(4)-2 アジア太平洋廃棄物専門家会議 バイオマスワークショップ (SWAPI) (2012)  
 田中 勝 “「Importance of Research for Waste Biomass Utilization in Asian Region”

September 7, 2011  
 Chulalongkorn University, Thailand  
**Importance of Research for  
 Waste Biomass Utilization in  
 Asian Region**

**Prof. Masaru Tanaka**  
 Tottori University of Environmental  
 Studies, Tottori, Japan

1





## What is the recycling-oriented (3R) society?

Private enterprises **supply environmentally friendly products and services**, and consumers **slow down and reform their lifestyles** while repairing and cherishing things. Through doing so, consumption of energy resources and environmental loads can be mitigated in the realm of lifestyles.

Meanwhile, the municipalities that handle waste **rationally select the methods most suited to local conditions and the times** to recover substances and energy from waste.

As a result, a society is realized for efficiently conserving energy and physical resources and mitigating environmental load.



## What is Biomass?

### Ecological Definition

- Concept that shows amount (mass) of biological resource (bio) existing in a certain space.

### Common Definition

- Renewable biological organic resource except fossil resources

## Classification of Biomass



## Why is "Biomass Utilization" needed now? 1.

1. To Achieve the CO<sub>2</sub>-Reduction Goal of the Kyoto Protocol  
CO<sub>2</sub> do not contribute to increase of CO<sub>2</sub>, to because plant absorb CO<sub>2</sub> from air by photosynthesis  
**Carbon Neutrality**
2. To Create a Sustainable Society Utilizes Limited Natural Resources  
Fossil fuel is non-renewable resource but biomass be able to renew by sun, water and soil sustainably.



## Why is "Biomass Utilization" needed now? 2.

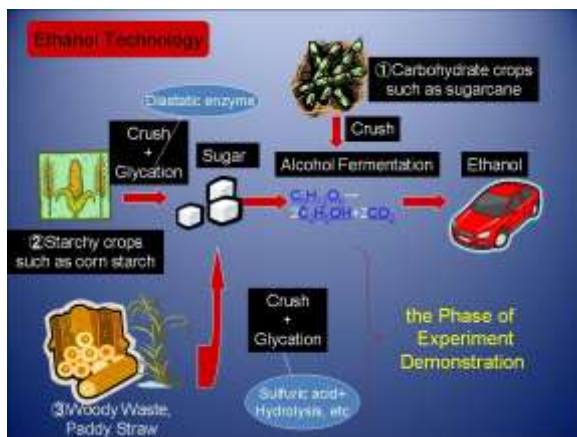
3. To Bring up Strategic Industries  
Development of new industry by the utilization of biomass  
**Bioethanol**      **Biodiesel Fuel (BDF)**  
**Biomass Plastic**      **Generating Electricity, Heat supply**
4. To Activate Farming Village  
Preservation of agricultural land by utilization of abandoned farmland and agricultural land  
New role of "energy and material supply"



### State of Biomass Utilization in Japan

種類バイオマス	当量生産量	バイオマスの有効活用状況
Animal manure	約1,700万t	畜産物への利用 約90% バイオガス 約10%
Garbage	約7,300万t	資源物回収・焼却への利用 約70% バイオガス 約30%
Wood waste	約7,000万t	工業用・エネルギーへの利用 約100%
Food waste	約3,700万t	資源物回収・エネルギーへの利用 約80% バイオガス 約20%
Food residue	約4,000万t	資源物回収への利用 約20% バイオガス 約80%
Residue from	約4,300万t	資源物回収・工業用・エネルギーへの利用 約80% バイオガス 約20%
Domestic wood waste	約470万t	資源物回収・エネルギーへの利用 約70% バイオガス 約30%
Residue from agricultural products	約1,400万t	資源物回収・資源物回収への利用 約80% バイオガス 約20%
Food waste	約240万t	資源物回収への利用 約20% バイオガス 約80%

平成28年度版バイオマス・エコポータルパンフレットより



- ### Conclusion
1. Biomass is renewable biological resources except for fossil resources.
  2. Biomass Utilization helps creating a sustainable society, decreasing global warming and activating local industry areas.
  3. Biomass exists in our imminent environment, and there are various kinds of way to utilize biomass.
  4. Cutting costs and the development of efficient conversion techniques are an issue.



<Research Title>  
3R Promotion through Waste  
Biomass Utilization in Japan and  
Asian Regions

Prof. Masaru Tanaka  
Tottori University of Environmental  
Studies

19

Students on PR activity



20

School Bus uses Recycled BDF



21

Tractor uses Recycled BDF



22

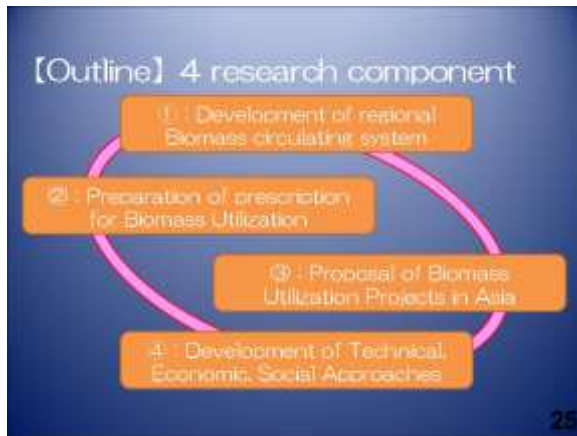
Objectives and Outline

23

Objectives



24



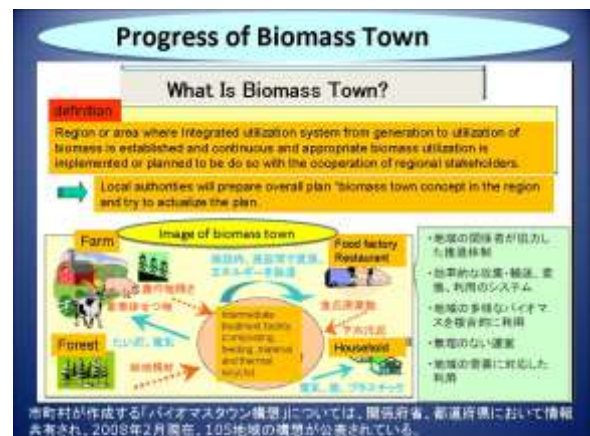
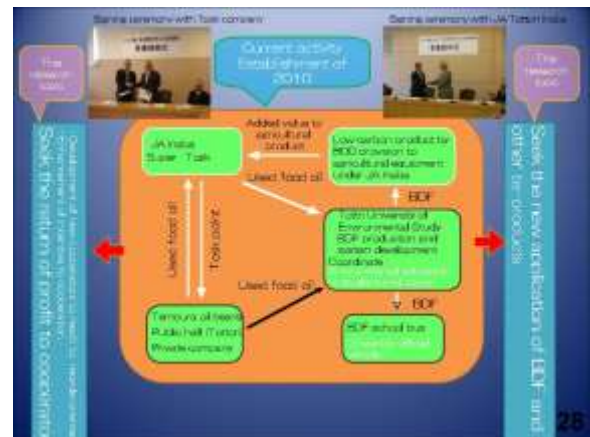
### Research 1: Development of regional Biomass circulating system

◇Methods◇  
To establish a community-based biomass recycling system, we need to put effort on encouraging society to collect waste oil, improve resident consciousness by providing information, the necessity of changing life-style and development on the use of biomass

◇Points◇  
We are able to develop our research by direct participation from the citizens under a coordinator from local university.

◇Outcome◇  
The Eco life-style will penetrate among of waste oil resources and owners. It will bring vitality and active contribution to the community.

27





### Research 2: Preparation of prescription for Biomass Utilization

◇Methods◇  
To realize a prescription for biomass utilization, we find special features from biomass towns through out Japan, and diagnose from the point of view of circulation of local economy, recycling of resources, and environmental impact.

◇Points◇  
Organize various type of biomass utilization that has been addressed in Japan by systematic order, and compile as prescription to contribute for policy introduce.

◇Outcome◇  
According to the characteristics of the biomass and region and their needs, the methodologies of appropriate biomass utilization strategy will be presented.

31

### Image of Research 3

Toward Asia

Proposal of Biomass Utilization Project to be tried in Asia

◇Outcome◇  
Initiation of visiting network such as Association of SWAP Waste Management Experts in Asia and Pacific Islands.

32

### Research 3: Proposal of Biomass Utilization Projects in Asia

◇Methods◇  
The project proposal will be presented in China, Indonesia, Thailand, Malaysia, Vietnam, etc by utilizing the network of the participants of international conference to promote the biomass utilization.

◇Points◇  
The research will be commenced smoothly by utilizing SWAPI, of which chairman is research representative.

◇Outcome◇  
Knowledge of research of biomass utilization is shared and the network of experts will be formulated and enlarged.

33

### Networking via SWAPI

Holding eight workshops from first meeting in 2005 to 2008

SWAP Biomass Research Member

Items	Country
Chiewee Kitagiriya	Thailand
Nguyen Thi Kim Thai	Vietnam
Karim Joseph	India
Agarwal Parvinder	Malaysia
Surya Man Shukla	India
Cherthipapue Visavathana	Thailand
Kao Shih Lin	Taiwan
Masato Okano	Japan
Shingo Senda	Japan

34

### Image of Research 4

For biomass utilization, development of technical, economic and social approach

**Technical Approach**

- Improvement of collection efficiency
- Good quality, wide use

**Economic Approach**

- Tax, Subsidy
- Economic Incentive

**Social Approach**

- Community Participation
- Regional Activation
- Dialogue Creation

Research 1: To establish a community-based recycling system

Research 2: To realize a prescription for biomass utilization

Research 3: To suggest a biomass utilization project among Asian countries

35

### Harmonization between resources, between human hearts, and between the world


Low-carbon Asian Society through Biomass

36

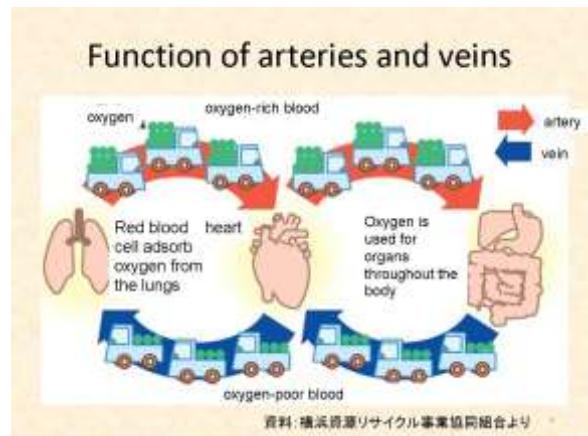
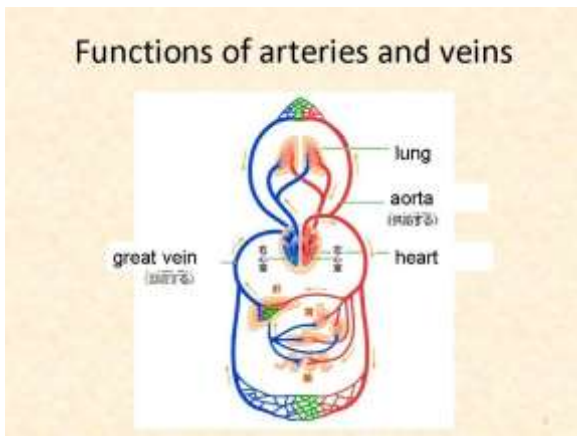
(4)-3 アジア太平洋廃棄物専門家会議 バイオマスワークショップ (SWAPI) (2012)  
 田中 勝 “Closing Remark: The health of the planet, and human health”

## Closing Remark: The health of the planet, and human health

President of Expert Meeting on Solid Waste Management  
in Asia and Pacific Islands  
Director of Sustainability Research Institute,  
Tottori University of Environmental Studies



Masaru Tanaka



# ① Global warming



## To realize a low carbon society

- ① Do not use oil or gasoline
- ② Use wood or waste as fuel
- ③ Utilize the power of human rather than machine

## warming:Respiratory Infection?



A cold often leads to all kinds of disease:  
Pneumonia?



## ② Wasteful use of resources Garbage issue

## To realize a recycling-oriented society

- ① Value mind rather than material
- ② Promote 3R movement
- ③ Ensure proper disposal of waste
- ④ Society from more to moderately

## Life Style Related Related Disease



Watch out for overeating !!



**3R movement**  
to get healthy



**① Reduce**

Try to generate as little  
waste as possible

**② Reuse**

Use same products  
repeatedly

**③ Recycle**

Separate waste properly  
and recycle them as  
resource

**3R movement**

Reduce stress,  
Repeat exercise,  
Recharge energy by taking a rest!



### ③ Disruption of ecosystem: Cancer?



19

### ③ Disruption of ecosystem

## To realize a natural symbiotic society

- ① Enjoy the nature in daily life
- ② Harmonize environment and development
- ③ Preserve biodiversity
- ④ Early detection, early repair

21

## Improper disposal



岐阜市役所HPより

## Open burning



22

## Illegal dumping



23



Early detection, early repair

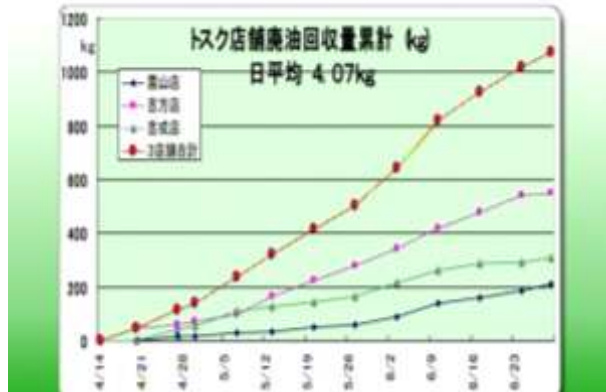
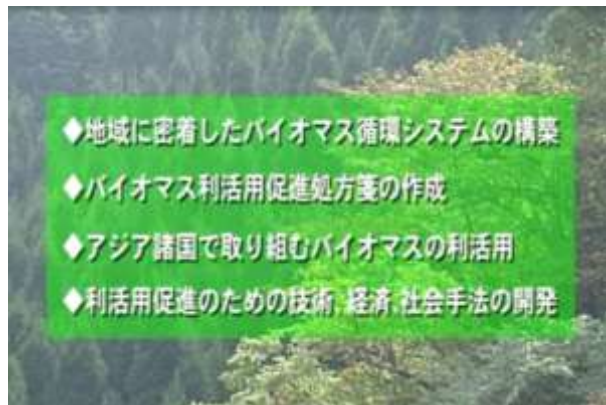




(1) eラーニング 研究概要・総合版









宮古島 調査



種子島 調査

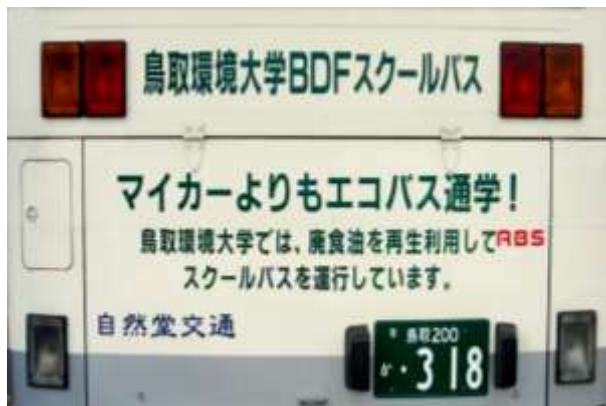


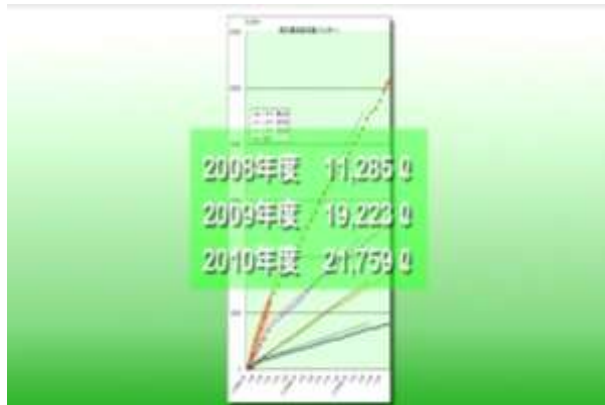




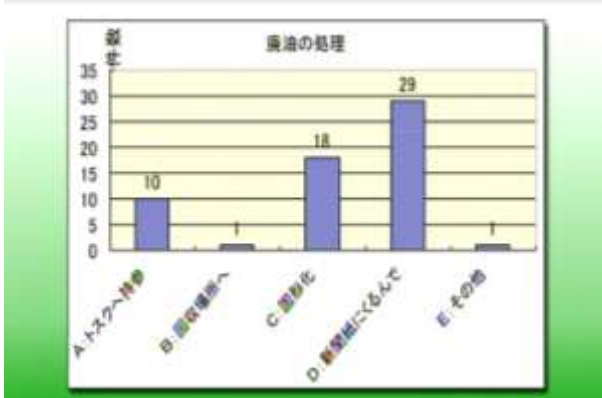
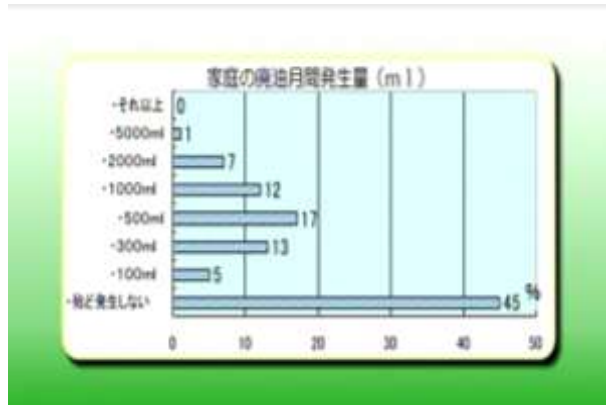


(2) eラーニング 地域でのバイオマス利活用の活動









(3) eラーニング バイオマス利活用技術を見てみよう







### バイオマスタウンの推進状況





我が国のバイオマス利活用の現状



(4) eラーニング 世界に広げるバイオマス利活用









スルヤ・マン・シャカ博士  
ポカラ大学環境科学・管理学部教授 (ネパール)



ヨンフェン・ニー教授  
清華大学環境科学工学科 (中国)



鳥取環境大学



(5) e-ラーニング バイオマス利活用研究の今後の展開・将来像







●この報告書についてお問い合わせがございましたら、  
下記までご連絡ください。

鳥取環境大学 サステナビリティ研究所  
Sustainability Research Institute (SRI)  
Tottori University of Environmental Studies

〒689-1111 鳥取県鳥取市若葉台北一丁目1番1号  
TEL :0857-32-9100 FAX :0857-32-9101  
E-mail :kikaku@kankyo-u.ac.jp HP:<http://www.kankyo-u.ac.jp/>