

第2章 先進事例現地調査記録

ここでは、先進事例調査を行った3施設の訪問記録または配布資料を参考資料として記載する。

また、第2回策定委員会にて実施した、名古屋大学生命農学研究科 淡路 和則助教授の講演「ヨーロッパにおけるバイオマス利用の状況と課題」の講演資料及び講演要旨を参考資料として記載する。

1 上越地域広域行政組合：上越汚泥リサイクルパーク

【I】施設導入の背景・目的

① 汚泥リサイクルパークの新設に至った背景

- 既存施設の老朽化に伴いし尿処理施設の計画があった。平成9年に厚生省が汚泥リサイクル型し尿処理施設への補助事業を開始することとなっており、当時、全国で立て替え予定が29施設（自治体）あった。当時の厚生省が、各主体に対し汚泥再生処理センターの補助計画の案内を提示。この補助事業は、従来定額の1/3（上限あり）の補助であったものが、全事業費に対し定率1/3になることが特徴であった。当時の試算では、従来型の補助金を活用する場合に比べ、2億～3億円程度の負担額の低下が可能とされた。本事業の活用検討をきっかけとして、汚泥再生処理センターとして計画を進めることが、組合代表理事（理事は関係12市町村の首長）により決定された。
- また、上越市が80%の負担金を捻出している。当時上越市は、資源循環型社会構築の取り組みとして、エコタウン認定を受ける構想があり、経済産業省からの認定を受ける際の、主要プロジェクトの1つとして進める位置付けで進められた。
- 可燃ごみの処理にあたっては、生ごみが安定燃焼の妨げとなっている。炉の安定燃焼がダイオキシン対策、有害ガス対策の観点からは重要であり、そのためには可燃ごみから生ごみを除く必要があるという考え方であった。
- 可燃ごみ処理事業全体として、基本的に従来の焼却施設は発電施設としての資源循環（資源の有効利用？）を目指す、より効率的（生ごみ燃焼の為に重油燃焼、電力利用をすることは非効率的との認識）かつ安定的な運転を目指す為の手法として、焼却対象から生ごみを除くという考え方。最終的に、全体最適の観点から、生ごみをのぞいた可燃ごみを従来焼却施設で、生ごみを汚泥リサイクルパークで利用するシステムの構築を目指した。
- 12市町村内の対象人口20万人、内公共下水道利用が4万人（普及率25%）である。汲み取り、浄化槽、農業集落排水（34施設）からの発生汚泥を受け入れ

処理を進めている。最終的には、農業集落排水施設が50箇所まで達する見込み(当初の整備計画段階に折込済み)。

- 一 12市町村が平成16年度に合併の予定であり、広域的な処理センター設立に対する障害は少なかった。
- 一 公共下水処理場の汚泥も発生しており、これを受け入れる方向性も検討されたが、将来的な汚泥の発生量の把握が困難であり、厚生労働省・国土交通省の補助体制の違いを事務レベルで解決することができず合同処理を断念。下水処理場の汚泥は、長野県で堆肥化、コンクリート材、骨材等として利用しているが、全て有償での処理となっている。

② 施設の導入目的

- 一 リサイクルの基本的考え方は、下水処理を環境負荷の少ない方式で進めながら、汚泥及び生ごみの堆肥利用を図るというものである。
- 一 15t/日のガス化熔融炉を併設している。冬場の乾燥汚泥(受け入れがなくなるため)と生ごみ回収袋、汚泥し渣、砂の焼却目的で熔融炉を設置した。現状では、日量4t程度処理を行っているのが実情。将来的にはRDF、RPFを受け入れるという構想もあった(RDF製造設備に不備があり供給体制が整っていないため構想に留まっている)。また新潟県の立場として、原則RDFは廃棄物の扱いである為、操業の条件を取り直す必要のありのと指摘があり、対応の煩雑さからRDFの利用を断念した経緯がある。現在、年間150日程度稼働している。将来的には、熔融スラグをコンクリート骨材などに利用することも検討しているが、現状ではある程度の規模のリサイクルシステムを構築するまでの処理規模に至っていない(現在は、熔融スラグを敷地内の緑地に撒くことで草木の安定化を図っている)。地域全体としての熔融スラグの発生量が増加し、リサイクルシステムが構築されれば、その体系の中でリサイクルセンターの熔融スラグ処理も含めてもらう、というのが現在の考え方。

【Ⅱ】施設導入への期待効果と導入後の効果

① 施設導入による期待効果

- 一 汚泥及び生ごみのメタン発酵、消化ガス発電によるランニングコスト低減。売電収入を構想段階では期待していたが、実態は施設使用電力の20%の供給に留まっている(但し、設計段階で計画値が明らかになり、場内利用に留まることは認識していた)。
- 一 厚生労働省の補助事業を活用することによっての負担金の軽減効果。

② 施設利用開始後に具体的に得られた効果

- ー 平成14年から生ごみ受け入れ量が設計値に達したこともあり、ほぼ設計値のメタンガスの発生量、発電を実施できている（ガスエンジン+ディーゼル発電機）。常用発電施設としての機能を有しているため、バックアップ目的でディーゼル発電機を設置。
- ー 日量 8t（地域で発生する生ごみの 20%程度を汚泥リサイクルパークで受け入れ）を受け入れているが、焼却施設での償却に比べ、処理コストが低い。
- ー 現在、処理コストは 2,800 円/t 程度であるが、施設の減価償却費、人件費を含めると 5000 円/t である。焼却処理の場合は 8000 円/t 程度であり、処理コスト低減の効果が大きい（ただし、し尿に限れば、旧施設では 1,500 円/kl、現状は 2,500 円/kl であり、ランニングコストの負担が大きくなっている）。
- ー 圏域全体の家庭生ごみ、事業系の食品残渣を受け入れると、生ごみ処理量が5倍程度となり、施設消費電力量を大幅に上回り売電が可能となる（ただし、現状では計画値を達成している為、事業者からの直接持ち込み等の打診はあるものの、受け入れは行っていない。また、圏域生ごみの受け入れ量増加への期待もある。現状は、モデル地域からの生ごみ受け入れを進めているものの、公平性の観点からすれば今後将来にわたってモデル地域制を継続することは難しいとの認識。将来的には、メタン発酵槽を増設して、生ごみの受け入れ量増やすこともあり得る）。

③ 期待効果と実現効果の差異とその発生要因

- ー 電力コストの削減については、発電施設等の初期投資を考えると、削減額は「ゼロ」に近い。ただし、汚泥のみを発酵した場合には、消化ガス量が少ない為、温水ボイラーを利用して、熱を発酵槽の加温に使う程度になる。生ごみから発生する消化ガスで施設の電力・熱をまかなっていることになり、資源循環やエネルギー有効利用の観点からの効果は大きい。
- ー 生ごみの受け入れ量によっては、十分に売電まで行うことが可能である。設計の考え方次第といえる。

【Ⅲ】導入に向けての障害とその乗り越え方

① 具体的な整備計画の策定段階、建設段階において発生した課題

- ー 下水処理の為の水の確保が課題であった。当初、工業用水の利用を想定したが、場所が離れていてだめ断念。地下水は地盤沈下原因となり、河川水の確保も既に農業などで利用が進められており利用可能量がなかった。結果として、無希釈の膜分離方式を採用した。
- ー 当初、事業系、学校、自衛隊からの残渣の受け入れを検討。更に、卸売市場などからの野菜屑、魚のあらの収集可能量を推計したところ日量 8t 程度になった。しかし、産廃系廃棄物に関する受入条件の交渉が不調に終わり、この数値をベースに

生ごみ処理量の日量 8t を設定した。そもそも焼却施設があるので、8t を超える分については、焼却施設で受け入れる考え方。

【IV】立地点選定、住民合意形成のプロセス

① 立地点の選定プロセス

- ー 当時、農地基盤整備事業（10R 区画を 1Ha 区画に変える）が進められていた。その工事にあわせて、補助整備事業で余った土地を自治体がい上げ（誘致があった）、これにより農家の整備負担金が軽減された。農地基盤整備事業と施設整備事業のタイミングが合致し、特段の問題もなく検討開始から約 1 年程度で立地点選定が終了した。
- ー 対象は、約 140 筆程度、個別所有者との交渉は行わず、土地改良区での工事であるため、土地改良区事務所との交渉とした。42,000m²を 3 億 4000 万円で購入、事務所への支払金が土地面積に応じて地権者に分配された。そのため、反対運動、反対の声もなく、スムーズに土地買収が進んだ。

② 周辺住民への合意形成の図り方

- ー 周辺 1km 住民への説明会は実施（施設から 800m 圏に集落なし）。
- ー 下水道整備、道路整備に対する要望、バキューム車・ごみ運搬車の通過に対する衛生上の不安など、様々な声は挙げられたが誠意をもって対応を進めた結果、大きな反対なく住民の理解が醸成された。
- ー 近隣には、昭和 36 年からの可燃ごみ焼却施設があり、伝統的にごみを受け入れやすい土壌があった。そのため地域で生ごみの受け入れに対する不満の声はなかった。また、河川放流水への不満もない。これは、最下流地であるため、放流に対する不満の声が出づらい環境にあったことが要因。

【V】関連企業、自治体との協力体制構築の方法

① 施設運営にあたっての民間企業、JA、自治体との協力関係を構築状態

<汚泥・生ごみの収集運搬について>

- ー 収集運搬は、従来 2 箇所の施設を 1 つに合併したため、3km 程度の収集経路の延長はあった。リサイクルセンターは 12 市町村のほぼ中心に位置しており、主要幹線道路も付近にあり問題は少なく、収集業者からの不満の声はあがらなかった。特に近年では、浄化槽も計画管理がされ収集箇所を計画的に管理することが可能となり、回収効率向上の観点から回収車が大型化している。

<堆肥の販売について>

- ー 当初、センター生産堆肥を無料で配布することを考えていたが、県保健所から無

料の場合には廃棄物相当の扱いになるとの指導があった。ホームセンターの直売では約 200 円程度で販売されており、市場価格との兼ね合いで一袋 100 円と価格設定を行った。センター周辺の養豚、養鶏業者が堆肥販売を進めていることもあり、これら農家への影響を考慮して、JA との連携や宣伝などを積極的に行う大々的な販売は進めていない。

- 一 畜産廃棄物の受け入れは検討したものの、経営安定性の観点から将来的な処理量が予想できない部分があり、最終的に受け入れを断念した（そもそも畜産はさほど盛んではなく、農水省の補助を受けて独自の堆肥施設を整備している）。
- 一 過去から汚泥の成分検査を進めており、重金属分が大きい傾向はわかっていた。このような背景もあり、平成 12 年度まで試験センターでの成分分析を実施し、乾燥汚泥肥料の重金属成分が少なく十分に農業利用できる範囲（規制値未満）であると確認。平成 13 年に地域学校に配布、平成 14 年に一般販売を開始した。
- 一 堆肥については、春時期、秋時期にはかなり販売が好調。周辺は、稲作単作地帯であるが専業農家や水田には使用しない。これは、上記の畜産農家との関係や窒素成分が 3.5%であるため、元肥としての利用が難しいためである。また、米作の場合には、カドミの含有が米の商品価値を下げることもあり、使われることはない。
- 一 販売は、耕種農家、園芸農家、果樹農家での利用が中心。また、学校、公民館等での利用については、無料にて提供している。販売窓口は、汚泥リサイクルパークのみ。
- 一 汚泥肥料の課題は、重金属率の高さにつきる。公共下水道では、業務系からの重金属流入が予想され、重金属類の含有率が高くなることが懸念される。例えば、堆肥の製造工程にて、稲わら、籾殻等を加えることで重金属率を下げる対策もある。
- 一 センターでは、自主検査として 1 年に 1 回成分検査を行い、月に 1 回水銀とカドミの検査を行っている。

【VI】事業実施体制、事業収益性（収益性向上に向けた今後の取り組み方策）

① 事業実施体制（配布資料参照）

② 事業費と財源（配布資料参照）

- 一 87 億 1,500 万円。起債と 1/3 が厚生省からの補助金。
- 一 64,000 世帯、20 年償却。

③ 事業収益性（配布資料参照）

④ 事業収益性改善に向けた今後の取組方策

- 一 基本的に、し尿処理は行政の担当業務であるため、事業計画策定において「事業

の収益性」を念頭に置いた検討は行われていない。

- 一 ただし、人件費負担については検討が必要。水処理工程に12名、溶融炉の運転に19名が従事している。しかし、溶融炉の運転日数も少ないため、溶融炉に関わる人件費負担が大きいと考える。

⑤ 産業廃棄物系動植物性残渣の受け入れの可能性

- 一 当初は、事業系の生ごみ、特に豆腐工場のおから、スーパー・コンビニなどの有機性廃棄物を対象としていた。これらは、民間の処理事業者が回収し、これを焼却処理場が受け入れた(4,000円/tの受け入れ料)ものを、汚泥リサイクルパークで受け入れる構想。平成8年度の段階で民間収集事業者を対象とした説明会を実施し、発生場所から生ごみのみを分別し施設へ搬入する方式を提案したものの、折り合いがつかなかった(無料の受け入れを提案したものの、車台数の増加・手間の増加・従業員雇用の問題から条件が折り合わず断念)。
- 一 国内3箇所が厚生労働省補助の対象となった。上越以外では、奈良では事業系残渣の受け入れ、長野県・下伊那では周辺温泉宿からの食品残渣を収集している。

【Ⅶ】地域住民への生ごみ分別啓蒙策について

① 生ごみ受け入れに向けた地域住民への啓蒙策

- 一 平成12年度に10市町村で取り組みを開始し、日量3t程度を受け入れ。その後、人口1万人の地域が回収に参加し日量4t程度を確保。上越市が平成13年10月から参加、3学校区、8,000世帯をモデル地区として週3回の回収(トラック2台で回収)、生ごみ・可燃ごみをそれぞれ別に回収を行っている。これに加えることで、設計能力の8t/日を実現している。
- 一 現在、処理可能総量8tを集めることを目標として、モデル地域を設定し、回収を行っている。回収は原則生ごみのみ(成分99%の生ごみ)。可燃ごみは、週3回の回収とし、月曜日に生ごみのみを回収し施設への搬入を実施。水曜日と金曜日是一般可燃ごみ(生ごみも廃棄可)を回収し、従来の焼却施設にて処理。容器包装リサイクル法への対応で、資源ごみの回収回数も増やしており、また、週3回の回収日を設定していることから、住民サービスの低下には繋がっていないと認識している。
- 一 回収形態の変更にあたっては、各市町村のごみ担当者が住民説明会を実施し、分別の指導を行ってきた経緯がある。貝殻、たけのこの皮、枝豆のさや、甲羅など、厳密には分別を進めなければならない品目が多々あるが、細部に拘らず最終的には肥料になるとの考えのもと、「腐らないものは混ぜない」というルールを設定した。
- 一 住民説明会実施後の排出状況は良く、ほぼ99%生ごみの状態であった。しかし、3年程度経過した現段階では若干性状が悪化している状況。台所で利用するハウス

ウェア（スプーン、フォークなどの金属類）、ラップ、アルミホイルなどの混在が目立つ。重量物は、発酵工程で除去することは可能（沈殿する為下部から抜き取り）であるが、軽量物のビニール分の除去が難しい。ビニール分を分別するためには、ミックスセパレータとツインリアクタの間に分別工程を加えることで技術的には対処が可能（ただし、本施設の場合、分別工程の設置場所がないため導入が進められない）。

2 神奈川県横須賀市：横須賀市生ごみバイオガス化実証施設

ここでは、参考資料として、横須賀市より視察時に配布された資料「循環型都市へ向けて ～生ごみのバイオガス化実証試験～」を記載する。



YOKOHAMA

循環型都市へ向けて

横須賀市では、平成13年度から住友重機械工業株式会社と共同で、総ごみ排出量の80%を占める燃せるごみの減量化・資源化施策として、燃せるごみ中に含まれる『生ごみ』からバイオガスを取り出し、自動車燃料とするための研究を行っています。

平成13年度は調査を主に行い、その調査に基づき、平成14年11月から実証試験をスタートさせました。



1 研究実施の端緒

ごみの減量化・資源化は自治体にとって最大のテーマです。リサイクルプラザ“アイクル”の稼働で容器包装廃棄物の資源化に一定の目途が付き、さらなる資源化をめざしている中で、廃棄物処理について豊富な経験とノウハウを有する地元企業の住友重機械工業株式会社から燃せるごみ中の生ごみからバイオガスを取り出し、自動車燃料とする技術やシステムの開発について提案があり、共同研究をスタートさせました。

2 研究の内容

横須賀市内で排出される「燃せるごみ」から「生ごみ」を効率的に選別し、メタン発酵により得たバイオガスを圧縮天然ガス自動車燃料に精製して、ごみ収集車を走らせようとするものです。

※ バイオガス化による生ごみの資源化に関する研究はすでに行われていますが、それはレストランや学校の給食施設などから分別排出される生ごみの資源化です。横須賀市の燃せるごみのように、生ごみとその他可燃ごみが混在して排出される家庭ごみを対象としたり、得られたバイオガスを自動車燃料として実用化した事例は国内になく、実用化できれば日本初となります。

3 研究の効果と課題

【効果】

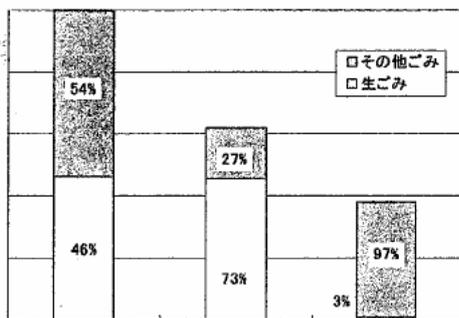
- ① 生ごみを資源として活用できます。
- ② 焼却量を減少させることができます。
- ③ バイオガスを燃料とすることにより、ディーゼル車に比べ排気ガスによる環境負荷の軽減を図ることができます。

【課題】

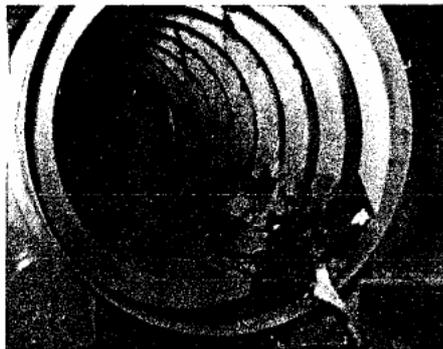
- ① 家庭から排出する『燃せるごみ』から、バイオガス化に適する『生ごみ』を効率的に選別できるようにすることが必要です。
- ② コストに見合う形で、バイオガスの自動車燃料としての実用化ができるようにすることが必要です。

4 平成13年度選別予備試験

実証試験の実施に先立ち、実際に選別設備を製作し、搬入される燃せるごみがどのように選別されるのか実験を行いました。その結果、収集した燃せるごみ中の生ごみの比率は選別前46%であったものが選別後のメタン発酵槽投入ごみは73%となりました。



選別試験結果



選別設備運転状況



選別前ごみ



選別後ごみ (メタン発酵槽投入ごみ)

5 実証試験プラントの概要

(1) 所在地

横須賀市浦郷町5丁目2931番地

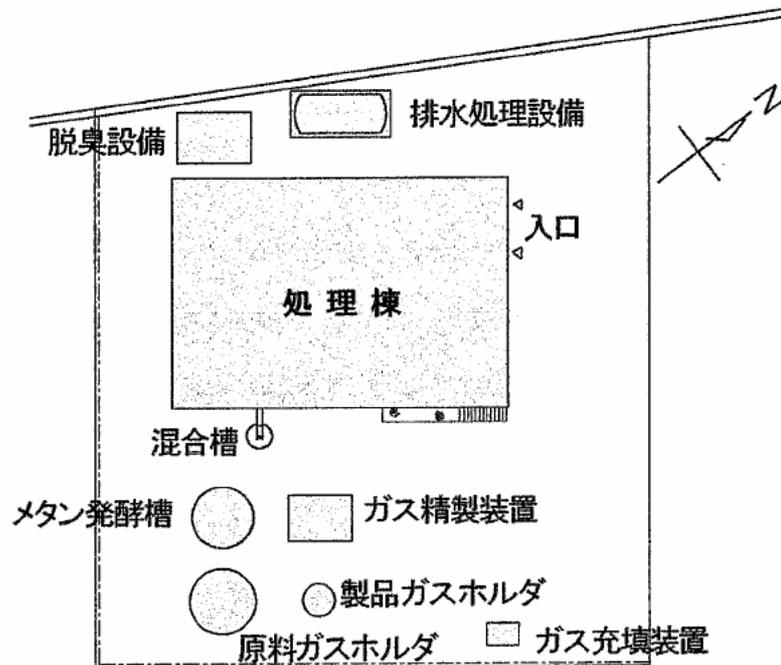
敷地面積：1,962.35㎡

建築面積：316.15㎡

延床面積：339.47㎡(1階：316.15㎡、2階：23.32㎡)

(2) 主要機器

受入ホッパ、破碎機、トロンメル選別機、風力選別機、脱水機、混合槽、メタン発酵槽、原料ガスホルダ、ガス精製装置、製品ガスホルダ、脱臭設備、排水処理設備



6 実証試験で確認する事項

(1) システムの安定性の確認

- ① 燃せるごみに含まれる生ごみの割合が変動しても安定した選別ができることを確認します。
- ② ごみ量の季節変動や将来のごみ量の変化にどの程度耐えられるかを見極めます。
- ③ 休止（1週間程度）後の再稼動時に問題なく運転できることを確認します。

(2) システムの経済性と環境負荷の確認

燃せるごみを全量焼却した場合と、焼却施設とバイオガス化プラントを組み合わせた場合の経済性及び環境負荷の比較を実験結果に基づき行います。

- ・建設費及び維持管理費に関する評価
- ・環境負荷の低減に関する評価

(3) 自動車燃料としての適正の確認

自動車が無問題なく走行できることを確認します。

(4) その他のガス利用に関する調査

将来の技術革新を考慮し、天然ガス自動車利用以外に燃料電池（車及び発電）への適用やガスタービンによる発電等も視野に入れて調査します。

7 実証試験の実施状況

(1) これまでの経過

平成14年10月 1日 試験自動車開始

11月19日 実証試験開始

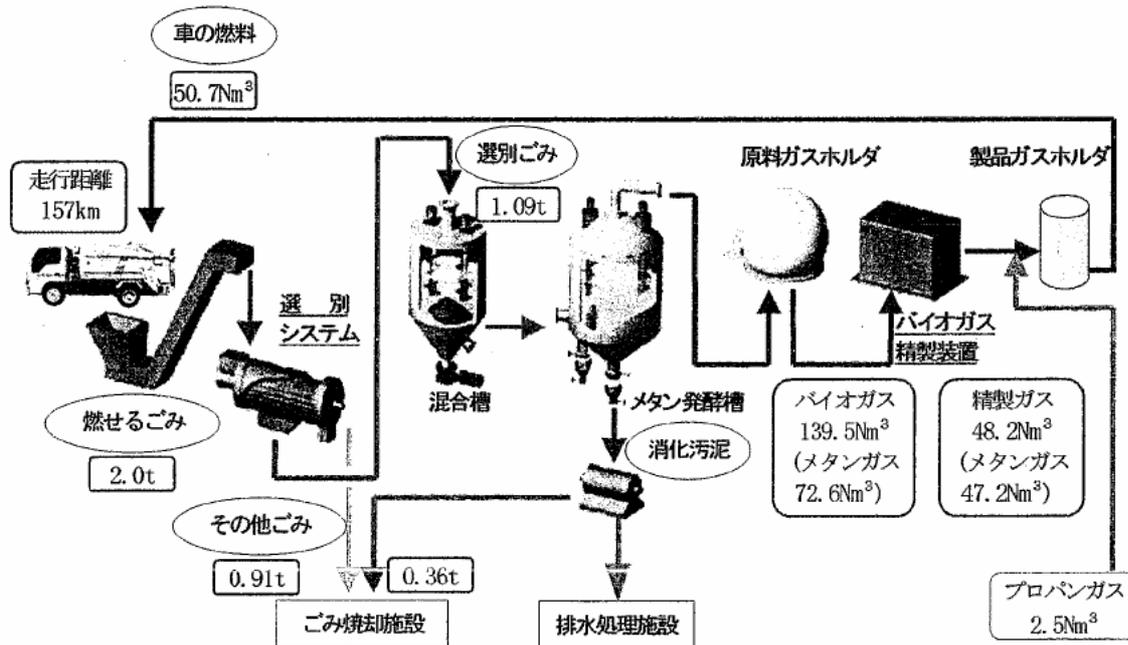
平成15年 1月29日 バイオガスをパッカー車に供給開始

現在、精製したバイオガスをごみ収集車に供給し、燃せるごみの収集を行っています。

9月17日 実証試験事業評価（経済性及び環境負荷の評価）を公表

(2) 実証試験結果（平成15年1月～4月）

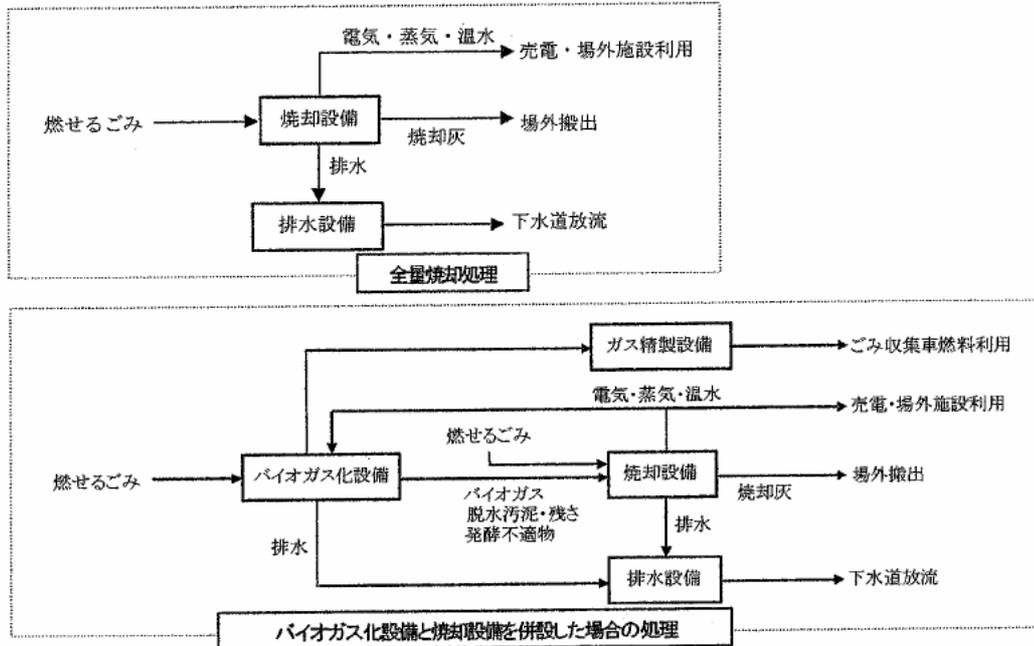
燃せるごみの搬入量2トンに対する物質収支です。



8 事業評価について

(1) 評価の概要

「燃せるごみ」を全量焼却した場合とバイオガス化設備と焼却設備を併設した場合の処理の比較を行い、経済性や環境負荷に関する評価を行いました。



(2) 評価対象

評価にあたっては、横須賀市、鎌倉市、逗子市、三浦市及び葉山町で計画している広域処理を念頭に、これら4市1町から排出される燃せるごみをA工場及びB工場の2工場で処理するものと想定しました。

(3) 評価結果

ア 経済性の評価

焼却施設（全量焼却）に比べ、バイオガス化設備と焼却設備併設施設の方が、施設の建設に要する経費では、10億円、率にして3%の削減効果が認められました。

また、施設の維持管理に要する経費では、年間3千6百万円、率にして5%の削減効果が認められました。

	焼却設備 (全量焼却) (百万円)	バイオガス 化設備と焼 却設備併設 (百万円)	バイオガス化設備と焼却 設備併設による効果	
			削減金額 (百万円)	削減率 (%)
建設経費	36,200	35,200	1,000	3
維持管理経費	698	662	36	5

※平地に建設することを条件とし、狭あい地での建設による費用増などの特殊条件は排除して建設費を算出した。

イ 環境負荷の評価

① バイオガスを用いたごみ収集車のCO₂等排出量

(ディーゼルごみ収集車とバイオガスを用いたごみ収集車の排気ガスの比較)

環境負荷物質	削減率
二酸化炭素 (CO ₂)	90%
一酸化炭素 (CO)	84%
炭化水素 (HC)	71%
窒素酸化物 (NO _x)	85%
粒子状物質 (PM)	100%

② バイオガス化に伴う焼却量減少による排出ガス中のCO₂等排出量

環境負荷物質	削減率
二酸化炭素 (CO ₂)	33%~37%
ばいじん	
窒素酸化物 (NO _x)	
硫黄酸化物 (SO _x)	
塩化水素 (HCl)	
ダイオキシン類 (DXN _s)	

【参 考】

バイオガスとは、有機物が微生物によって酸素のない状態で分解されるときに発生するガスのことで、成分の大半はメタンガスと炭酸ガスです。

平成13年度の横須賀市の総ごみ発生量は146,565トンで、このうち燃せるごみは116,615トン(約80%)でした。

この実証実験は、平成17年度まで継続して行う予定です。

横須賀市環境部循環都市推進課

〒238-8550

横須賀市小川町11番地

TEL046-822-9702 FAX046-822-7795

E-mail:urp-ep@city.yokosuka.kanagawa.jp

『生ごみバイオガス化実験』ホームページ

<http://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/bio/>

3 山口県：山口県木質バイオマス利用プラン、ガス化実証施設

(1) 森林バイオマスガス化発電実証試験設備（略称 YGC）

【I】事業のねらいと位置付け

- ・山口県はプロジェクトの必要性として4点掲げている。
 - i) 環型社会の構築のための再生可能なエネルギーの導入
 - ii) 地球温暖化防止のための新エネルギーの導入
 - iii) 二酸化炭素吸収機能を持つ森林の適正な育成
 - iv) 中山間地域における新たな地域産業の創出
- ・山口県では、以上のねらいのもとに、「エネルギー地産・地消プロジェクト」として、大中小の3つの事業（展開1：既設火力発電施設での混焼システム、展開2：中山間地域エネルギー供給システム、展開3：小規模分散型熱供給システム）を推進しており、本プロジェクトはその展開2に位置付けられる。
- ・木質バイオマスガス化発電は、地域分散型の発電設備として適しており、エネルギーの地産・地消を目指すものとして有望である。

【II】事業の経緯と実施体制

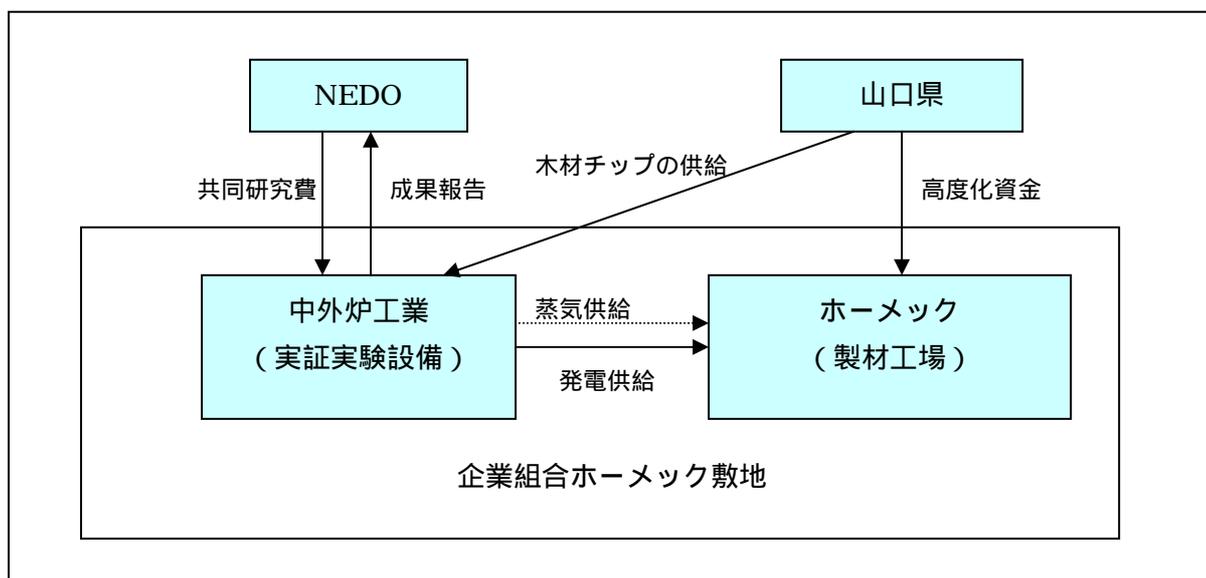
①事業の経緯

- ・平成14年度のNEDOのバイオマス実証実験に採択され、今年、火入れ（実証実験開始）したものの。（資料1参照）
- ・実証実験の途中段階では有るが、木質バイオマスがきちんと集まれば、安定的な発電が可能になることが確かめられている。

②実施体制

- ・事業費は、設備費、人件費を含めて第1年度目 3億5千万円（NEDOが半額を共同研究費として支出）。この内、設備費は約3億円。
- ・ホームックは約30社からなる企業組合で、100パーセント外材を扱う製材工場であり、その土地を借りて実証実験設備を設置。
- ・発電した電力はホームックが利用する。
- ・また、発生した蒸気は、ホームックが資材の乾燥用に利用する。
- ・山口県は、森林バイオマス実証プロジェクトを立ち上げ、木質チップを無償で提供。チップは県が有償で県森連に委託しているが、その事業は、緊急雇用対策事業を援用して実施している。（本事業は平成16年度中に終了する）

事業のスキーム（プレゼン資料より）



【Ⅲ】設備の内容

①特徴

- ・ガス化の方式として間接式を採用していることが特徴。
- ・間接ガス化の特徴としては、次の点があげられる。
 - i) 高カロリーのガスが得られる
(ガス化剤に酸素が含まれないので、2,500~3,500Kcal/m³のガスが得られる。直接式は窒素で薄められるために、カロリーは1/3~1/2になる。)
 - ii) 材料中の水分もガス化剤として利用する
(水蒸気がバイオマスと反応して合成ガスとなる。)
 - iii) ガス化条件により、様々なガスを合成できる
(H₂、CO、CO₂などの発生割合をガス化温度によって変化させることが可能。)

②システムフロー

- ・あらかじめ、県森連が所有するチップパーによってチップ化し、それをフレコンバッグに詰めてサイトまで運んでくる。
- ・ガス化発電プラントでは、受け入れホッパーからそれを投入し、ガス化炉（外熱式多筒型キルン）に投入。受け入れ能力は原料1日5トン。
- ・ガス化温度は700度から800度。発生ガスは50%近い水素分を持つ。また、残渣（炭、灰分）のほか、タールが発生する。
- ・ガス改質過程では、酸素を加える酸化反応させることで、1100度まで温度が上昇

する。ここでタールが分解される。ガスは水素、一酸化炭素、メタンガスなどに分解される。

- ・このガスがガス冷却され、ガスホルダーに貯蔵される。ガスホルダーにためるのは、発電用エンジン運転のバッファのためであり、エンジン運転 20 分間分相当のガスを貯蔵する。
- ・発電用エンジンは、ターボチャージャー付きのディーゼルエンジンで、176kW の出力を有する。
- ・原料となる元のバイオマスのカロリーに対する発電効率は現状では 21%。原料は 1 日 5 トンを受け入れるが、その規模の場合にガスエンジンの効率が一番高い。(バイオマス受け入れ量が 1 日 100 トンなど大量になると、直接燃焼するほうが 40% 程度の効率が得られ、効率的である。)
- ・プラントの課題として、材料の含水量が多いとガスがうまく発生しない点がある。16% 程度が望まれるが、実際に運び込まれる原料のチップは 60% くらいになっている。安定した設備運用を行うためにはできる限り乾燥した材料が必要であり、乾燥プロセスが欠かせない。

③生成ガス

- ・ガス化温度によって精製ガスは異なる。

(プレゼン資料より)

ガス化温度	850 度C	700 度C
H ₂	48%	28%
CO	26%	35%
CO ₂	17%	25%
CH ₄	8%	13%

④副生物の利用

- ・電気とともに副生する排熱は排熱ボイラーに利用する。また、ガスエンジンからの温水も利用する。
- ・ガス化発電の場合、副生物として灰が出るが、これの利用も検討中。灰を粒状にして林地や農地に散布することも可能である。炭化物(炭)については、県がその利用方法について実証実験中である。10 アール当たり 200 kg の炭を撒くことによって連作障害を防ぐことが分かっている。

⑤システムの規模的な展開可能性

- ・本システムは、規模的に大きくも小さくもできるが、適正規模は現在の 2 倍程度(1 日あたりの受け入れ量が 10 トン程度)まで。発電量は 350~400kW 程度。この規模が最も採算ベースに近い。
- ・ただし、システムを数連持つことによって、規模は拡大できる。1,500kW 程度の

発電まで想定している。

(2) 山口県の森林バイオマスのエネルギー化プランについて

【I】森林バイオマスエネルギー活用推進事業のねらいと位置付け

- ・エネルギーの地産地消を進めることが背景にある。
- ・特に、山口県の場合は、木材や竹が多く、年間 15 万トン程度排出されている。また、これと同程度の木質の建設廃棄物がある。山口県のビジョンでは、その大半が使われる計画となっている。
- ・具体的展開としては大中小の3つの取組がある。それぞれのねらいや背景は次のとおり。

展開1：既設火力発電施設での混焼システム

- ・山口県内には電力会社や重化学メーカーの石炭火力発電システムが多い。
- ・中国電力では微粉炭を使った火力発電を行っているが、平成 13、14、15 年度で NEDO の支援事業によって、混焼の技術開発を推進中。また、宇部興産も流動層ボイラーで石炭と RDF を使ってきたが、林野庁の事業で施設を整備し（事業費 5 億円の内、3 分の 1 を林野庁が補助、残りを自社で負担）、混焼の実用化を推進中。

展開2：中山間地域エネルギー供給システム

- ・先の中外炉工業による実証実験。
- ・森林バイオマスの利用についてはコストの面で運搬費がかかることから、長距離を運ぶことが困難である。そこで、中山間地において地産・地消に最適なものとして、県が推進している。

展開3：小規模分散型熱供給システム

- ・これは、ペレットボイラーを活用するものである。
- ・岩手県ではペレットストーブを県で開発し、普及を目指している。これに対して山口県は気候温暖であり、個人の暖房需要は限られている。そこで、産業利用を想定して、ペレットボイラーに着目した。
- ・平成 14 年度に NEDO の補助事業を活用して、フィージビリティスタディを実施した。平成 15 年度に整備計画を策定する予定。

【II】本年度の取組

- ・森林バイオマスの供給システムの確立が重要になっている。これについては、キャタピラー三菱などが NEDO との共同研究として、県内で具体的な検討を実施して

いる。

- ・用材を搬出する技術はあるが、バイオマス専用の搬出技術はない。オーストリア、フィンランドにはバイオマスを搬出するシステムがあるので、それを勉強している。日本の用材の搬出システムの活用が課題。

【Ⅲ】事業性、採算性の確保について

- ・先の展開1については、建設廃材を使うほうが採算性確保の点ではよいが、中国電力では山の林地残材を利用すべく検討中である。宇部興産は建設廃材が中心である。しかし、林野庁の補助事業も導入しているために、林地残材、間伐材も利用することとなる。
- ・展開2のガス化については、中山間地からの森林バイオマスが中心であるが、事業化のためには製材所の協力を得ることが必要である。
- ・展開3のペレットボイラーについては、できる限り山林から材料をもってくるのが前提となっているが、コスト的には合わない。したがって、製材所から排出される木屑、バークを入れざるを得ない。
- ・バイオマスの利用については、灰が出てくるため、その処理が重要であり、コスト面からも解決していくことが不可欠である。
- ・コスト面からは、ペレット製造工場にバイオマスを運搬するまでに1トン1万円の運送費がかかるという試算がある。むしろ、石炭は1トン3千円であり、カロリーも勘案すると、これと競争するためには最低限、1トン1万円を目標にしなければならないという表現がより正しい。

【Ⅳ】木質バイオマス利用に関する山口県の基本的な考え方について

①関係者の役割～木質バイオマス利用に関する県などの基本的姿勢～

- ・山口県としては、技術面や制度面から、バイオマス森林資源の供給システムを確立することが県の大きな役割であると認識している。民間企業は技術開発と事業の実施が役割である。
- ・技術的には、枝葉を用材と一緒に搬出することによってコストダウンする方向を考えている。技術的には、上述のように1トン1万円が限度である。
- ・それでも採算面から足りない部分は、制度面からの対策によってコストを下げることを検討。
- ・電力会社ではRPSの関係で木質バイオマスの利用を検討している。バイオマスは質が安定していれば、(混焼という形で)一定量を安定して確実に使うことができる。電力会社内では、RPSの中では一番効果的であると着目している。

- ・ RPS 制度によって木質バイオマスを利用することを想定した試算では、1 トン当たり 6000 円となっている。その根拠は、電力買取価格から逆算（シミュレーション）した結果である。
- ・ 中国電力は社会貢献を標榜しており、森林再生に向けた取組を行っている。
- ・ ペレットボイラーについては、自治体は需要者としての役割を担うことになる。錦町では、山村留学センターにおいてペレットを利用した床暖房を検討しているほか、新庁舎、保養施設、フラワーランド（農業公園）などに導入すべく、NEDO の資金によって FS を行っている。宇部市にある県立病院の建て替えにあたってペレットボイラーを導入することとしている。
- ・ 民間企業に対しても、ボイラーの取り替えにあたってペレットボイラーの導入を働きかけるべく、現在、県が取り替え時期の調査を行っている。

②財源について

- ・ 森林環境の保全に関連した新税を創設し、それを活用することを検討している。高知県の森林環境税の考え方がベースとなっている。高知県では県民から薄く広く徴収している（県民一人当たり 500 円とコーヒー一杯程度の負担）。山口県でもこうした考え方によっていかないと、バイオマス対策はできない。
- ・ バイオマス利用に関するランニングコストの部分は、固定財源がないとできないため、これを推進しつつある。ランニング部分は難しいが、国の特別交付税の対象になると、可能性も開けるのではないかと考えている。（あるいは、ランニングコストに対する補助は困難なため、他の名目で財源を得る。）

③コンセンサスづくりについて

- ・ 山口県では、マスコミを活用して、県民への情報発信や県庁内でのコンセンサス作りを進めている。
- ・ 県議会での議員からの質問も、庁内の環境づくりの後押しになる。
- ・ 山口県では山口県らしさを打ちだそうという「山口方式」という考え方があり、森林バイオマス利用についても重点事業としての位置付けをしてもらい、県の予算もつきやすい環境をつくってきた。とはいえ、現実には NEDO、林野庁、緊急雇用対策事業などを取り込んでここまで来た。まだ県の予算で推進するということまではいかない。

4 ヨーロッパにおけるバイオマス利用の状況と課題 (名古屋大学淡路助教授 講演要旨と講演資料)

(1) 講演要旨

ドイツにおける循環型社会形成のための法整備の状況

・1990 年前半までは、規制法の名称にあらわれるように廃棄物の「処理」と「抑制」に着目されていたが、1994 年になって「循環」が取り上げられた。おそらく世界で最初の「資源循環」を対象とした法律である。

・廃棄物の利用については、「素材利用」「原材料利用」「エネルギー利用」優先順位で進められる。エネルギー利用はカスケードの末端に位置付けられている。

・「循環経済・廃棄物法」では、農業・食品関連の廃棄物の埋立・焼却が原則として禁止する「外堀を埋める」ような法体系が整備されたことで、堆肥化・飼料化・エネルギー化を図らなければならない状況にある。

・バイオマスエネルギー利用への関心は近年高まったものではなく、比較的古くからの関心事である。第1次(第二次大戦後)、2次ブーム(オイルショック)では「エネルギーの安定供給」が関心の背景にあったが、第3次ブーム(近年)では「環境保全、持続可能性」をキーワードとした取り組みであり、若干関心の起因する社会的背景が異なっている。

・ドイツでは総エネルギー需要の約 9.3%がバイオマスエネルギーであり、半数が木質バイオマス、35%が資源作物・作物残渣、17%がバイオガスの構成となっている。バイオマスを含めた再生可能エネルギーの市場規模の内、最も大きいのが風力発電であり、バイオマスが経済規模の土俵(電力供給価格)で約 30%を占めて第2位の位置付けとなっている。

・一方、雇用創出の観点から再生可能エネルギーの規模を比較すると、風力発電に比べバイオマスの雇用能力が高いということが特徴である。風力は売電単価が高いため市場規模としては大きくなるが、雇用創出はバイオマスが大きいことが特徴的。

・バイオマス発電の買取価格を比較すると、ドイツ・デンマーク・オーストリアが kWh 当たり 100EUR 近くと非常に優遇されているのが現状である。

バイオガス化プラントの導入メリットの捉え方

・悪臭の問題(密閉空間での処理プロセスであるため堆肥化施設に比べ)が解決できることが最大のメリット。エネルギーの自家消費と販売、有機性廃棄物の資源利用と消化液の肥料利用がその他のメリットとして挙げられる。但し、液肥については、窒素過剰の土壌ではその利用を制限せざるを得ないという課題も抱えているのが現実である。

・ドイツでは、早々にも 2,000 箇所の導入が達成されると予想され、多くは南部地方に立地が集中している。ドイツの農業は、南部に行くほど規模が小さくなる傾向にある。また、北部は低湿地・平地帯であり、南部に向かうほど山地化していく。また、南部へいくほど

個別型（農家単体で保有する）プラントが多いのが特徴的。北部は、大型集中型が多い。デンマーク大規模集中型、農家が事業組合を設置して導入をするケースが多いことから、北部はデンマークの影響を受けているものと推察される。また、特異的なバイオガス化プラントの集積地域があるのは、バイオガス化プラントの実証試験プラントを導入した地点であり、それ結果を受けて周辺農家が集中的に導入を進めるケースが多い。また、規模の小さい農家の集合体が相互援助の観点で一斉に導入を進めたことがポイントである。

売電価格・各種支援策とバイオマス施設導入量との関係

- ・ドイツ・デンマークは売電単価が高く設定されており、バイオガスを発電燃料として利用する形態が殆ど。

- ・スウェーデンは売電単価が低い為、発電利用ではなく、ガスそのものを燃料とする、例えば自動車燃料としての活用を目指す方向性である。一方、オランダは、売電単価が低くまた支援制度が希薄である為、有機性廃棄物の発生が多いもののバイオガス化利用が殆ど進んでおらず、多くが堆肥化を行い周辺国への輸出を行っていることが特徴的。

- ・法体系の整備前は、売電価格は3～5ペニヒ（約2.4～4.0円）/kWh程度。買取法の導入により14ペニヒ/kWh（約11円、変動価格制）、再生可能エネルギー法の導入で20ペニヒ/kWh（約16円）の20年間の固定価格制度と変遷してきた。売電価格の変化をうけて、熱利用（供給）熱電併給より多くの電力を作れる原料の収集（売電専業）へと、バイオガスの利用形態が大きく変わってきている。

- ・バイオガスプラントの収入構成に着目すると、収入の75%が電力に由来するもの（施設内電力使用や売電）である。

- ・バイオガス発電における経済的誘因の構造に着目すると、電力関連法が売電単価を押し上げ、電力量に対しては循環経済・廃棄物法がバイオマス利用を押し上げる効果を生んでいる。但し、より多くの有機性廃棄物を広範囲（品目）を処理対象とすると、我が国と同様に廃棄物の収集運搬に関わる法規制が課題となる。しかし、ドイツでも厳しい法規制があるものの、廃棄物の品目に応じて扱うことができる業者を定義するといった工夫がなされている。

ドイツのバイオガス利用における問題点

- ・売電価格の上昇、固定化に伴って、有機性廃棄物の獲得合戦が熾烈化している。当初、有機性廃棄物は逆有償であったものが、昨今では有償購入する量が増えるなど、廃棄物が「有償化」していることが大きな特徴。有償での受入が条件になると、プラント規模要因が経済性を決める重要なファクタとなるため、小中規模プラントの運営が経済的に厳しくなると言った課題が顕在化している。

- ・休耕地での栽培には国の支援制度があるため、バイオガス利用を目的としたデントコーンの栽培が大きな特徴になっている。食料・飼料目的で栽培されてきたものが、純粋な工

エネルギー利用目的での栽培に変化しており、「本来的な農業の役割」の観点からはやや疑問を呈せざるを得ないような状況である。

日本への導入に対する示唆

・食品廃棄物のカスケード利用の基本理念として、「飼料利用 エネルギー利用 堆肥（液肥）利用」を図る社会システムを構築することが重要。エネルギー利用のみを目的とした単独システムを作ろうとしても限界がある。バイオマス全体としての物質循環全体の観点から社会システムの構築を検討しなければならない。

・デンマークでは消化液の需要が少なく、耕種農家では液肥の散布料を受け取って散布を許可する動きもある。最近では、国家プロジェクトとして消化液から肥料成分を取り出して輸出をするという動きが現れている。

・ドイツなどでは農業維持の考え方として、WTO や FTA 等から食糧生産への直接的な支援が行いにくいのが、その一方で、エネルギー化の部分への支援については環境保全の観点等で周辺国等からの納得性が高く、十分に農業支援が可能であるというのが基本的な考え方である。エネルギー化への支援を通じて間接的に農家を支援するという戦略をとろうとしているのが大きな動きである。

（２）講演後の質疑応答

徳田 : 売電価格が高いということであるが、この価格は誰が負担をしているのか。また、問題点として指摘されたようにデントコーンや有機性廃棄物の有償で受け入れが進みつつある等、廃棄物処理体系が混乱している中で、これを解決する方法としてどのような方策が考えられるのか。例えば、売電価格を下げることで解決するのか、その他新たな規制が必要であるのか。

淡路 : 売電価格は高いが、一般消費者に転嫁される価格は 0.1 ~ 0.2 ペニヒ/kWh となっている。特に政府が電気事業者に対して直接的な支援を行っているということではない。

また、廃棄物処理においては、収集運搬の効率を十分に検討する必要がある。例として、北ドイツで検討されているのは、有機性廃棄物の集中処理プラントの設置である。これは、各個別の事業実施主体が廃棄物を探すのではなく、一度安全性の高い廃棄物は回収センターに集約し、それを個別の処理プラントへ配布するような、有機性廃棄物取引市場に近いものを設置する方向性が検討されている。

速水 : 最初から大きな組織を設置する場合と南部のように小規模のプラントが分散設置するという両極に分かれるとのことであった。これは売電価格の引き上げが、大規模施設の立地に繋がったという側面もあるのではないかと考えるが。

淡路 : 国内の議論では売電単価を上げれば導入が進むという議論がなされているが、ド

イツの事例を考えれば売電単価を上げすぎたことが、必要以上の導入に繋がり別の社会問題が発生したという部分がある。少なくとも、売電単価を上げることで全てが解決するわけではない。

速水 : 農家で熱利用が少ないという話に対して、国内では農家がビニルハウス熱源等として揮発油を使う場合の優遇措置がある。これが、園芸農家のバイオマス資源の利用を妨げている1つの要因であると考えている。

淡路 : ドイツにも同様の優遇措置はある。ドイツの場合、電力利用では多くとも発電効率30%であり、残りの70%のエネルギーは廃棄している状況。エネルギー効率の観点からは大きな問題である。しかし、ドイツにおいても一部農家で熱利用の取り組みが進められており、「農作物の乾燥に使う」「アルコール蒸留の加温熱源として利用し、メタン発酵の原料として酒粕を受け入れる」といったユニークな方策が検討されている。

雫 : 消化液の問題について、比較的ドイツは耕地面積・牧草地が多く需要と供給のバランスが取れているとのイメージがあったが、実態としては受入が困難となっている地域があるという理解が正しいということになるのか。

淡路 : 家畜飼育密度に着目すると、ルール工業地帯周辺では家畜飼育密度が高い一方で、地域単位で見えていくと、中小規模家畜農家は農地（牧草地等）を有しておらず、需給バランスが崩れている箇所がある。

雫 : この需給バランスを調整するために、ドイツではどのような制度、施策が検討されているのかご紹介頂きたい。

淡路 : 堆肥化も検討されているが、糞尿にせよ消化液にせよ、その流通経路が広いのが特徴的。例えば、家畜糞尿市場といった仲介機能をもつ組織があり、非常に大きな規模で糞尿が流通しているのが特徴的。デンマークでは自国で使われる分は消費し、それ以外は国外に搬出するという動きに変わっていった。

ドイツでは、バイオガスプラントへの投資補助として、約30%の補助が行われている。事業採算性に着目すると、家畜糞尿のみを対象とした場合では、補助金なしでは事業として成立しない。デントコーンを混入する場合でも成立しない。結論として、補助金なしにはプラントの導入は進まず、また、他の動植物性残渣を広く収集することが事業性を高める上で不可欠である。

大宮 : 大規模施設を導入する場合、その輸送システムが重要なポイントになるが、検討を進める上でのドイツの特徴はどのようなものがあるのか。

淡路 : 日本と大きな違いはないが、ドイツでは農作業を請け負う事業者組織が発達しており、これらの業者に委託をすることで効率的に収集運搬を行うシステムが出来上がっている。また、撒布・輸送についても法規制がとられており、収集運搬時の臭気が周辺環境で問題になることは非常に少ない。

大宮 : 消化液の散布は過剰になっている状況の中で、少なくとも固形分は堆肥として流

通させる方策が考えられる。ドイツでは、それを受け入れるだけのキャパシティはあるのか。

淡路 : ペレットや堆肥にしても、コスト面で引き合わない部分もあり地域格差はあるが、受け入れのキャパシティが足りないのが実情である。

大宮 : バイオガスを抽出した後の固形分（発酵残渣）の処理はどのように進められているのか。

淡路 : 農作業の請負事業者等が基本的に処理を行っている。社会システムとして発酵残渣の受け入れ箇所を斡旋する仕組みも整備されており、散布が進んでいる部分もあるが、国内での受け入れが困難な部分については国外に持ちだしているのが実情である。また、欧州では、牧草地や耕種（畑作）農地への散布が対象であるが、国内では、稲作（水稻）や施設園芸（温室等）での液肥利用方式の研究開発を進める等、日本独自の方向性を探ることが重要である。

速水 : 農家対策としての側面があるとお話に対して、欧州の森林関係ではバイオマス関連の装置機器の開発や導入が進んでおり、有機性廃棄物に限らずバイオマス全体としてエネルギー方面からの支援を通じて一次産業を支援するという枠組みが確立されつつあるという理解でよろしいのか。

淡路 : 国際的な環境として価格支援を行うことができない、これまでは中山間地に対する直接支出の支援策があったがこれが困難になっている。一方、中山間地に広く分布しているバイオマスを対象としてエネルギー支援の枠組みで支援を行えば、比較的スムーズに支援を行うことができ、ドイツでは実際問題として農家所得支援ができています。