

平成 20 年度第 3 回鎌倉市生活環境整備審議会議事録（概要）

- 1 **開催日時** 平成 20 年 8 月 28 日（木）午後 1 時 30 分から 3 時 30 分まで
- 2 **開催場所** 鎌倉県税事務所会議室
- 3 **出席者** 栗原会長、藤吉副会長、牛久保委員、野池委員、藤井委員、藤田委員、松本委員、吉岡委員
(欠席：村田委員)
- 4 **事務局** 勝山環境部長、出澤環境部次長、柿崎環境施設課長、森環境施設課課長補佐、木村環境施設課課長補佐、村田環境施設課副主査、竹之内環境施設課担当、山田環境政策課課長補佐、相澤資源循環課長、中村資源循環課課長補佐、平井資源循環課課長補佐、小島資源循環課資源循環担当担当係長、小泉笛田リサイクルセンター所長補佐、大宮名越クリーンセンター施設担当担当係長、石井今泉クリーンセンター所長、佐藤深沢クリーンセンター所長補佐
- 5 **傍聴者** 2 名
- 6 **議 題**
 - (1) ごみ焼却技術の現状と動向について
 - (2) 生ごみバイオガス化技術の現状と動向について
 - (3) その他
- 7 **配付資料**
 - (1) ごみ焼却技術の現状と動向（資料 22）
 - (2) 生ごみバイオガス化技術の現状と動向について（資料 23）
 - (3) 「ゼロ・ウェイストかまくら」 3 R の推進、鎌倉市のごみ処理の現状と課題説明会資料（資料 24）

8 会議の概要

藤吉副会長から「ごみ焼却技術の現状と動向」、野池委員から「生ごみバイオガス化技術の現状と動向について」それぞれ映写資料を使用した講演をいただき、質疑応答が行われました。その主な内容は次のとおりです。

出澤次長

本日はお忙しい中、またお暑い中お集まりいただきありがとうございます。定刻になりましたので、ただ今から平成 20 年度第 3 回鎌倉市生活環境整備審議会を開会させていただきます。

本日の欠席委員のご報告ですが、村田委員から、所要により欠席とのご連絡をいただいておりますのでご報告させていただきます。審議に先立ち、環境部長より一言ご挨拶申し上げます。

勝山部長

本日はお暑い中、鎌倉市生活環境整備審議会にご出席いただきありがとうございます。前回 7 月 4 日の第 2 回審議会では、鎌倉市の一般廃棄物処理施設等の視察を行い、その後笛田

リサイクルセンターにおいてご質問やご意見をお伺いしたところです。

本日は、本市の一般廃棄物処理施設に係る最大の課題である焼却施設の老朽化への対応と、生ごみのバイオガス化施設建設に関連する事項として、「ごみ焼却技術の現状と動向」と「生ごみバイオガス化技術の現状と動向」について、それぞれ藤吉副会長と野池委員からご講義をいただきたいと考えています。

生ごみ資源化施設については、平成 19 年 3 月 27 日の鎌倉市生活環境整備審議会のご答申において、鎌倉市にはバイオガス化がふさわしいという結論をいただき、生ごみをバイオガス化する施設を鎌倉市単独で市内に建設すべく、現在建設用地の選定を進めているところです。

生ごみのバイオガス化については様々な方式があり、技術開発も行われていることから、本日はその最新の技術動向についてご紹介いただき、鎌倉市における生ごみ資源化施設整備について役立たせていただきたいと考えております。

また、ごみ焼却施設についても、現在鎌倉市は逗子市と広域での施設整備を目指して協議を続けていることから、ごみ焼却施設の最新の技術動向についてご紹介をいただければと考えております。よろしく願いいたします。

栗原会長

それでは審議会を開催させていただきたいと思います。まず事務局から本日の資料の確認をお願いします。

(資料確認)

栗原会長

それでは傍聴者の確認を行いたいと思います。今回は、事前に傍聴者 2 名の出席の予定がされておりますが、現在 1 名です。また後ほど、遅れて入ってくるようでしたらお席についていただきたいと思います。傍聴者に申し上げますが、お手元にお配りしております傍聴基準、特に傍聴者の遵守すべき事項についてお守りいただきますようお願いいたします。

次に議事録の確認といたしまして、お手元にお配りした会議次第をもとに議事を進めていきたいと思います。第 1 回の会議録については、事務局から各委員さんに確定したものをお送りいたしました。第 1 回の会議録につきましては確認済みということにさせていただいてよろしいでしょうか。

(異議なし)

ありがとうございます。また前回第 2 回の会議録につきましては、昨日 8 月 27 日締め切りとして委員の皆様を確認をお願いしておりました。議事録が確定次第、事務局から各委員さんにお送りする予定となっております。

次に議題に移りたいと思います。一つ目の議題は「ごみ焼却技術の現状と動向について」ですが、藤吉副会長からご講義を頂いたあと、ご質問ご意見等をお願いしたいと思います。

それでは、藤吉副会長さんお願いいたします。

藤吉副会長

ごみ焼却技術につきましては、長いこと私どもの団体（財団法人日本環境衛生センター）が施設の機能を診断する仕事をしており、焼却技術について現場で色々な状況を把握して、技術開発に寄り添うような活動をしておりますので、そういう経験を活かして少しお話をしたいと思います。

技術の話に入る前に、これは我が国でごみ処理の問題がどのような経過をたどってきたかをまとめたものです。戦争の後、生活環境が非常に悪く、ハエやゴキブリ、ねずみといった衛生害虫がたくさんいるような不衛生な環境を早く良くしなければならないということで国民運動が始まったわけですが、厚生省と一緒に、自分たちの生活をきれいにしようというような運動を展開してきたのが私どもの団体でございまして、このごみ問題の推移に沿った活動をもう 60 年近くずっとやってきております。

昭和 40 年代に日本も産業がどんどん発達してきて工業化が進んできますと、産業公害が出てきます。その頃に産業廃棄物というものの定義も出てきて、本格的な廃掃法のフレームができ上がった段階です。

その後、昭和 50 年代に私どもの生活はどんどんアメリカナイズされていって、プラスチックが増える、紙が増えるということでごみ質がどんどん高質化する。豊かになっていくに従って、また生活様式がアメリカ流になっていくことを受けて、ごみ質が大きく変化する。ごみ量もどんどん増大していくということで、その処理のためにごみ焼却炉が活躍した時代もありました。

同時に、ごみ質が急激に上昇したために、過負荷運転といいますか、能力を超える運転をしてきて、清掃工場からの色々な 2 次公害が問題になってきた時期で、この問題を解決すべく、焼却技術開発が進められてきたという歴史です。

その最たるものがこのダイオキシン問題です。ダイオキシン問題をクリアしなければ、焼却施設は使えないということで、ダイオキシン問題をクリアすべく相当な技術開発をしてきて、みごとにクリアしてきたと私は考えておりまして、その意味ではこの問題を契機としてごみ焼却技術は一つステージが上がったという認識を持っています。

ところが、それと同時に時代は地球環境の時代になってきています。どんどん使って燃やして埋めるということだけではもう持たないよという時代になっており、循環型社会をつくるという時代に、ごみ焼却施設あるいはごみ処理システムそのものはどう変わらなければならないのか、という課題に今ぶつかっているというふうに思っています。

日本のごみ処理を支えてきたのがこのストーカタイプの焼却炉で、階段が大きく 3 段階、3 つのパーツに分かれて存在しています。階段式の火格子がある焼却炉と考えていただければよいのですが、この技術が最初はヨーロッパから入ってきて、我が国の水分の多いごみをいかにしっかり燃やすか、という技術開発がなされてきました。焼却灰については、機械でごみを送っていくと、ある程度の時間がたてば燃えていようが燃えていまいが最後にこちらに出てきてしまうため、水分が多くてなかなか燃えないごみが燃えないまま出てきてしまうことがあります。昔は灰の中に燃え残りの有機物がたくさん残ってしまうような焼却炉がた

くさんありました。熱灼減量（ねっしゃくげんりょう）という言葉でその概念を表現していますが、これは燃え残りということです。燃え残りの多い灰を出す焼却炉は性能が悪いという評価をしております、焼却施設を評価する指標として最も大きな指標が、焼却灰の中の有機物残量でした。

そういう時代を経て、次は、ストーカ炉というのは下から空気が入ってきて、空気が抜けながらごみ層の燃焼を適切にやっていかなければならないのですが、空気が非常に抜けやすい所や逆に空気が入らない所があり、ごみの層によってまばらに空気が入っていくため、不完全燃焼がどうしても避けられない、スラグが発生してしまうという問題があって、ストーカ（火格子）の構造や動きをどういうふうに改善するか、というのが大きな課題でした。

それから、ストーカ炉はある時間がたつと、燃えていようが燃えていまいが灰は必ず外に出てきてしまうため、灰がなかなかきれいにならないということで、絶対に燃えてしまわない限り灰が出てこないようにしようということで出てきたのが、流動床炉です。

ここに砂が入っていて、熱された砂がぐるぐる循環する。そこにごみが入ってきて、一気に接触してガス化されて、こちらでしっかり燃えるという二段構えの焼却炉です。砂との高速の接触でごみが乾燥され、ガス化していくという非常に高効率な燃焼が起こるために、炉全体をコンパクトにできるという特徴を持っています。ただし欠点としては、ごみが不均質に入ってきてごみ質の変動が激しいと、ガス化する程度が大きく変動することがあげられます。あるときはほとんどガスが出てこない、あるときはどんどんガスを出すというように、まばらに燃えてしまうので、完全燃焼する事が非常に難しくなる。ごみ質の変動に追従できないというのが、この炉の1つの欠点です。

ダイオキシンの問題ですが、先ほどお話したとおり灰ばかりに注目してこちらのガスが完全に燃えているかどうかには頓着していなかった。ダイオキシンというのは、不完全燃焼で発生したこの亀の甲みみたいなものが原料になってできていくため、完全燃焼性のない炉はダイオキシンをものすごく出すということは分かっていたのです。

研究していくうちにもう一つ分かった事は、燃焼ゾーンそのものからダイオキシンがすぐにできているのではなく、ガスが炉から出て煙突に行くまでの間に冷えていくわけですね、850度くらいあった温度がずっと下がって行って煙突から出る頃には200℃から180℃くらいまで下がっていくわけですが、この間の300℃くらいのゾーンで飛灰の表面などでダイオキシンが2次生成しているということが分かって、しかも当時一番優れた集じん機は電気集じん機でしたが、この電気集じん機の中にたまったダストの表面でどんどんダイオキシンができていくということがわかって、これをなんとかしなければならぬ。完全燃焼することと、ダスト表面で起きる2次生成をなんとかするということが、ごみ焼却炉、ストーカ炉で本当にできるのかというのが、ダイオキシン問題を解決する上で大きなカギでした。

そこで色々検討してみて、燃焼室でしっかり完全燃焼させるための工夫を「完全燃焼のための3T」という言い方をしております、3つのTが必要だと言われている。1つは温度。高温でしっかり燃すということ、温度のTemperatureです。それから2つ目は時間のTime。2秒くらい保持してやらないと完全に分解しない。そして3つ目が一番重要でして、燃焼では酸素としっかり混ぜるということが重要ですので、混ぜる、混合攪拌にTurbulenceをあて

て、3 Tが重要であると言っています。

完全燃焼型の炉に変えてくださいということになり、その完全燃焼性を判断するには一酸化炭素濃度を使います。ストーブなどで最初に着火するときに、ちょっとススや臭いが出る場合がありますね。そういう不完全燃焼が起きたときに、化学的な指標で見ようということで、一酸化炭素をしっかりと測ろうということになりました。それも、炉の出口ではなかなか測れませんので、煙突の方で測ります。

次に、集塵機に入る前に温度をしっかりと 200°C以下にまで下げるとのこと。300°Cやその前後でダイオキシンが非常にしやすいので、これを 200°C以下くらいに下げるとダイオキシンの2次生成がかなり抑えられるため、ガスを冷やす設備がある。それから集じん機については集じん能力のしっかりしたものを入れましょうということが、このダイオキシン対策の基本になっています。

こういう考え方を入れて、今存在している標準的なごみ焼却のフローを見てみますと、完全燃焼するようないい炉になっているということ、それからボイラーで余熱を回収する。それから排ガス中の塩化水素や硫酸化物を消石灰という薬剤を噴霧して取る、取るにはろ過式集じん機を使っています。これは非常に集じん効率の高い集じん機でして、この集じん機の温度も 200°C以下にして、だいたい今は 170°Cから 180°Cくらいに維持されていますが、そうしますと2次生成も起きない。それから、ここで集じんされたダストのほうにダイオキシンが来ますので、これをしっかりと除去して安全な形で最終処分する事が必要になっています。

それから、もっとガス状のダイオキシンの濃度を下げたいということになりますと、触媒を通してから煙突から出すというのが、最近の焼却炉の基本的流れになっております。

既存設備の改造と、新しく造る施設はダイオキシン対応ということで、そのような施設整備を進めていった結果、ダイオキシンの年間の総排出量というのは、一般廃棄物の焼却炉から出てくる量がこの赤い棒グラフですが、急激に減ってきていて、法規制及び技術開発の成果が見事に表れてきているというのが現状です。

とはいえ、ごみ焼却技術はダイオキシン問題を解決して課題が全部無くなったかというところ全然そういうことがなくて、環境保全上のダイオキシン問題、この一つが解決されたくらいで、集められた集じん灰をどう無害化するか、あるいは焼却した後の灰をどう有効利用するかといった課題が残っています。

それから、燃した後の熱を高効率でうまく集める熱回収という課題もあります。実は日本では、自分たちの町は自分たちできれいにするのだ、そのためにごみを燃すのだということで、市町村単位くらいで津々浦々にみんな焼却炉をもちました。これが小さくて、機能的には不十分で当然熱回収もできないというものでした。これはやはり広域化して、しっかりした大きな安全な施設で、まわりの人に迷惑をかけない炉にしていかなければならないわけで、広域化の課題とエネルギー回収の課題があります。

それからもう一つ、経済性の向上も広域化と大きく関係しています。焼却施設に求められる性能はどんどん高くなってきているため、付帯設備が増えてくる。すると当然建設コスト、運営コストは高くなっていきますから、これを下げるためにはみんなで協力していいものをつくれれば経済性が向上していく。経済性を高めるような工夫をもっとしなければ

ならない。大きくいうとこれら三つの課題がまだ残っているのではないかと考えています。

課題のうちの、焼却灰をどう処理するかについて、特に最終処分場のない都市というのは、関東圏でも埼玉県や神奈川県はそういう都市が多いのですが、ごみを焼却するだけで、だいたい重さでは10分の1、容積では20分の1から30分の1にもなりますが、埋めるところがないと、それをさらに減らさなければならない。そうすると、この焼却灰を有効利用していけば、ひょっとすると最終処分場はいらないかもしれないといったことに期待が集まって、焼却灰をなんとか資源化しようじゃないかという大きな課題に向かって、我が国は技術開発をしてきたわけです。

熔融する、焼成する、あるいはセメントにする、あるいはエージングといった方法があります。エージングはヨーロッパでやられているやり方で、三ヶ月くらい灰を山積みにしておくと、ただし飛灰は有害なものがたくさん入っているので使わずに炉底灰だけですが、鉱物成分の結晶化が進んだり、炭酸塩ができたりして、非常に安定した土木資材になるということで、何も高温で溶かす必要がないというのが、ヨーロッパのオランダやドイツの発想でして、これを道路に使ったりしている。これで本当に大丈夫かと思うのですが、栗原会長などと一緒にヨーロッパでヤードに山積みしているところを見に行った事がありますが、そういうやり方もある。

それから、水蒸気で養生固化するといふ鉱物ができるといった技術もありますが、灰はいつも同じ成分ではなく、非常に変動が激しいため、常に安定して環境に問題を起こさないような製品ができるのかというふうに考えていくと、どれもなかなか使えない。

そういう中であって、熔融では1,300℃くらいの温度をかけるので、シリカやカルシウム、アルミといったものが全部溶けて、もう一回結晶構造が作り直されるというところまでいきます。熔融という方法がある意味では一番安心できる技術ではないかということで、我が国ではこれがだいぶ普及してきました。

それで、従来焼却するだけだった話が、後ろに熔融固化施設をつけてスラグを有効利用していくという流れに我が国のごみ処理をスタンダード化していこうという流れがありました。そうすると、当然この熔融技術のうちどんなものが見えるのかということになっていくわけですが、熔融技術も色々なタイプのものが出てきました。

一番代表的なものに、表面熔融炉というものがありまして、回転式表面熔融炉というのはこれが円筒形で、円筒形の外側の外筒から灰が供給され、自然に勾配で落ちていく間にバーナーであぶられて、表面が溶けていき、溶けたスラグが下へ落ちていく、というのが表面熔融炉です。

表面熔融炉は、普及している数としては一番多いです。入れる前に前処理をあまり細かくやらなくてもいいという長所がありますが、逆に表面であぶられたところだけが溶けて、アルミ箔などがすぐに溶けてしまう。その上に乗っている灰と一緒にサーフィンするように落ちてしまう、ということで、灰が必ずしも全部溶けて出てきているわけではない。溶けていない灰も一緒に落ちていってしまうという可能性があって、スラグの品質のコントロールを相当しっかり行っていかなければならないということがあります。

それから、表面熔融炉が燃料で溶かすのに対して、電気で溶かそうという考え方がありま

す。電気を使うなんてもったいないじゃないかという考え方もありますが、これを開発していた時期は、清掃工場で発電しても、その電気は電力会社に安くしか買ってもらえない。だったら灰を溶かすエネルギー源にしてしまおうという流れがあって、そのために電気溶融炉も普及してきた背景があります。したがって、発電付きの焼却施設で電気溶融炉が普及してきました。

電極の間に電気を流すと、焼却灰との間に、抵抗熱やアーク熱が出たり、プラズマができて熱が出てきたりします。電気溶融炉にはいくつか方式がありますが、大きくいうと電気エネルギーが熱エネルギーに変わって、灰を溶かして溶融スラグになって出て行くということです。それから、静かに溶かす方式では下のほうにメタルがたまるため、分離したメタルも得られます。

これはプラズマ方式の一つの図ですが、同様です。

溶融炉が新聞をにぎわしたことがありました。非常に高温で溶融するので耐火物がいつの間にか溶けてしまって、知らないうちに穴があいてしまって、高温のスラグが出てきてしまったというような事故がありました。また、電極の中には、物によっては水冷トーチになっていて表面を守るために水が流れていますが、この水が溶融炉の中に入り込んでしまって水蒸気爆発を起こしてしまったことがありました。

そういうことから、安全に対してもっと気をつけなければならないという反省があり、最近では設計上も安全に非常に気をつけるという動きが出てきています。

溶融炉のもう一つの問題は、施設の規模に対して負荷率が比較的低い運転が多いということがあります。低い負荷で運転すると、灰を1トンを溶かすのに使う電気代がどんどん上がっていく。経済性ということも考えていくと、80%から90%の負荷で運転していくのが、いちばん良いはずですが、灰が予想より出ない場合もあります。その場合、灰を溜めておいてバッチで運転すればよいのですが、比較的低い負荷で不経済な運転がされているというのがちょっと問題になっています。

それから、灰1トン当たりの油や電気の使用量が、計画値よりも結構高いというのが問題になっていて、実際には思いのほか多い油、電気を使っているという事がはっきりしてきて、もうちょっと経済性を高めなければならないという反省があります。

耐火物も損耗が早いということで、もっと持つようにしなければならない。平均の耐用年数が5年から9年と出ていますが、これは比較的最長いほうだと思います。短いものでは1年で交換するというものもあり、耐火物の材質なり設計なりというのが大きな課題になっています。

焼却灰の溶融技術の課題としては、先ほど言ったように、貴重なエネルギーをさらに使ってそれがCO₂の発生源にもなっているのが、有害なものである灰を無害にして有効利用するためには本当に必要なエネルギーであると言えるのか。あるいは地球温暖化防止上、本当に必要な技術なのか、ということが問われています。

ただ、最終処分場をつくるときに自然を壊すことになるため、自然環境保全の観点からは、溶融してスラグを有効利用するほうが、最終処分場をどんどんつくらなくてよくなり自然環境保全に繋がっていくとは思っています。

総合的に考えると、最終処分場のない都市部の自治体にとっては、現在使える信頼性のある技術としては、この溶融しかないのではないかと状況です。「しか」と言ってしまうましたが、セメント原材料化など他の方法もありますが、溶融は有望な技術として評価できるのではないかと考えています。

とは言いながら、溶融には、先ほど言った燃料が必要であるとか、連続稼働性が低いとか、補修コストが高いといった課題もあります。

そういった溶融の課題を解決しようということで、次世代型の溶融を含んだ焼却炉の技術開発が進められてきました。ダイオキシンの出ないもっとクリーンな焼却炉をという要請をもとに開発が始まりましたが、当然スラグが有効利用できるとか、イニシャルコストもランニングコストも安くするというような大きな目標があったわけです。そういった課題を解決するための技術開発の中で出てきたのが、今からご紹介する4つの方式です。

シャフト式のガス化溶融炉、これはもともと鉄鋼石から鉄を取り出す高炉の原理を利用して、上からごみと石灰石とコークスを入れ、下へ行くにしたがって乾燥と熱分解と焼却、溶融という反応が進んでいって、最後はスラグになって出て行くということになっています。一番下の溶融温度は1,500℃を超えるような高温になっています。そのために一部酸素を付加した空気を入れることになっています。

ここで発生した熱分解ガスは、次の燃焼炉に送られ完全燃焼されると同時に、発生した熱はボイラーで回収されて、排ガスはきれいに処理されてから煙突から外に出るという仕組みになっています。

溶融炉が縦型で一番下からスラグが出ていきますが、還元溶融といって非常に還元性の高い雰囲気の中で溶融が進んでおりまして、スラグのほうにはあまり重金属が残らず大部分が飛灰に飛んでくるという特徴を持っています。それからメタルという鉄の塊などが分離して出てくるという特徴があります。入口であまり前処理なしで大きなものもどンドン入れられるというのも、もう一つの大きな特徴です。

このシャフト炉についても安全対策がいくつか必要です。スラグが水槽に落ちていくときに、水槽の水が無かったり少なかったりすると、やはり水蒸気爆発の可能性もあります。あるいは、発生したガスが次の燃焼炉に行くまでの間に漏れたりすると、爆発はしないにせよ、労働安全上の問題として一酸化炭素中毒を起こしたりするので注意しなければなりません。また、ごみを供給するところにシールをかけなければなりません、このシール性（密閉性）をしっかりとっておかなければここから熱分解ガスが出てきてしまうということがあります。

シャフト炉ではコークスを使いますが、コークスが今ものすごく高価になっています。コークスというのは、エネルギーを供給しているだけでなく、ごみとごみの間に隙間を作るような役割もしているため、いくらカロリーの高いごみを燃やしてもコークスの使用量はなかなか減らせないということがあり、コークスをどれくらい減らせるかが大きな課題になっています。

2つ目がキルン式のガス化溶融炉です。これは筒状のキルンがぐるぐる回って、その中にごみが入っていく。ごみは酸素が入らない状態で間接的に加熱されるので、熱分解をおこし

て発生したガスが溶融炉に運ばれて燃される。出てきた残さは一度ふるいにかけて、がれきやメタルを除いた後の炭化物がまた炉に供給されて、旋回溶融炉のエネルギー源、燃料になっています。

1,300℃から1,350℃くらいで燃焼すると、自らが持っている無機成分は全部スラグになって溶けて出てきます。溶け出たスラグはこの水槽で急冷され、砂になって有効利用できるということです。

このように熱分解と溶融炉を組み合わせたシステムになっています。特に熱分解キルンのところで比較的ゆっくり熱分解するので、ごみの変動に対しては非常に強いというか、ここでバッファーができていているということが特徴です。

3つ目に、流動床式焼却炉を改良して流動床式のガス化溶融炉に変えたものがあります。出てきたガスを、次の旋回溶融炉で高温で溶融することによってスラグを作ります。

流動床というのは、不完全燃焼で変動が激しくて、どうしてもダイオキシンの発生が多いということで、焼却炉としては現在ほとんど使われなくなったのですが、ガス化炉としてはむしろもっと空気を絞って不完全燃焼の最たるものにしてしまえというのがガス化溶融炉の発想でして、そういう意味ではガス化炉の空気をもっとしぼって、熱分解炉に変えてしまったということです。熱分解した後は、もう一度しっかり溶融炉で燃すということで、実はダイオキシンの発生が非常に少なくなるであろうと期待されていました。

ところが、ごみが供給されるときの変動、ごみ質の変動から、ガス化がちょっと脈打つんですね。その脈打つところが次の燃焼にもちょっとした影響を与え、飛灰中のダイオキシン濃度はこのタイプがちょっと高いということがあり、ボイラーあたりから出てくる飛灰のダイオキシン濃度が高いという問題を持っています。

流動床式ガス化溶融炉の課題として、ごみを安定供給するということが非常に重要で、これが燃焼の安定性を向上し、コストも下げてくれる。変動が激しいと、助燃がずっと必要になります。旋回溶融炉で1,000℃をきるような温度に下がったときに、今まで溶けていたスラグが、壁面でがちっと固まってしまう。その次に1,300℃まで温度があがっても、固まったものがなかなか溶けずにスラグの出口などですぐ固まってしまいます。そうならないためには、常にバーナーで加熱しておく必要があります、助燃剤使用量が比較的多いというのが1つの欠点になっています。

4つ目がガス改質方式です。従来は、廃棄物をガス化して熱分解ガスをとる場合にタールを含むような熱分解ガスが出てきて、これをなんとか利用していこうとしていました。熱分解方式のガス化溶融炉は得られた熱分解ガスを燃料源にして、溶融炉と組み合わせたようなものですが、この熱分解ガスを回収して精製し、精製ガスを使って例えばガスエンジンなどで発電しようというような改質型のごみ焼却炉も出てきています。

具体的には図に示したような形になっていて、供給されたごみが10分の1から20分の1まで圧縮されて、それが間接的に400℃から450℃くらいで加熱され、炭になり、熱分解ガスが出てくる。残った炭は下に落ちてくるので、この炭をもう一回酸素バーナーで加熱して溶かしてしまう。出てきた熱分解ガスは、洗浄してきれいにしてからガス発電に使おうというのが、ガス改質方式のシステムです。

1, 200℃くらいまで温度を上げて熱分解ガスを改質するのですが、特に重要なのは、その後一気に 80℃くらいまで温度を下げることです。ダイレクトクエンチングと言っていますが、水を噴霧して温度を下げるので、実はこのタイプはダイオキシンの2次生成がほとんどおきません。したがって、ダイオキシンに関して言うなら、ここから出てくるものや精製ガスにもきわめて少ない。ダイオキシンだけが問題だということでダイオキシンが少ない方式を選ぼうという自治体で、この方式を選んだところもあります。

ところが、酸素バーナーを使ったりLPGを使ったりするので、大変なエネルギーの補充が必要です。都市ごみも持っているエネルギーだけでは、とてもそこまで温度を上げられないということで、外側からエネルギーをどんどん加えないと処理できない。運営における経済性が問題になっていまして、まだそういう課題をもっています。

従来のストーカ炉や流動床炉に灰の溶融炉をくっつけたようなタイプと、ガス化溶融炉を比較すると、最近のガス化溶融炉は経済性やエネルギー効率がよくなってきているものの、まだまだだという意見もあります。

そのあたりがガス化溶融炉の課題でもありまして、ダイオキシンの排出は十分に下がったが、コストが高い、連続稼働性が低い。あるいは、従来方式を乗り越えたというよりは同水準のメニューがちょっと増えただけという感があるというのが、私の評価です。

次に、次世代のガス化溶融炉に刺激されて、ストーカ式焼却炉もどんどん改造が進んでいます。その一番の改造点というのは、低空気比で高温燃焼させようとする点です。ガス化溶融の場合は低空気比にもっていきすぎて灰分が溶けてしまうのですが、溶けない程度の1, 100℃くらいで維持する低空気比高温燃焼というのをストーカ炉でも実現していこうという開発がなされており、その結果、ボイラー効率が向上する、排ガスの処理装置がコンパクトになる、灰がクリーンになるといった効果が考えられます。そういったものを狙って、ストーカ式焼却炉も改良が進んでいるといった状況です。

まとめたいと思いますが、日本の場合は、従来は津々浦々市町村ごとに適正処理という観点から、また公衆衛生の向上という観点から焼却処理が非常に広く普及していたわけですが、これからは広域的に3Rでごみを減らして、どうしても処理しなければならないものは適正処理ということで処理しますが、処理する場合もなるべく広域的に、あるいは全国的な視野を持って考えていきたいと思います。

廃棄物処理の優先順位というのは、ご存知のとおり3つのRがある中でもリデュースが真っ先です。それからリユース、リサイクル、最後が熱回収ということになっていますが、最近では地球温暖化防止の観点から低炭素社会をつくるということで、バイオマスからエネルギーをとるということが、順番からいくと一番最初になるのではないかと、この順番は本当にこれでいいのかが大いに議論されています。

ヨーロッパでも、考え方として①発生抑制、②再利用、③リサイクル、④熱回収というのは良く分かるが、必要とされる技術が使えない場合もあり、2番目と3番目、3番目と4番目は、地域に合わせて一番適切なものを選んでいけばいいのではないかと、という考え方が一般的だと思います。ヨーロッパではインテグレイテッド・ウェイスト・マネジメントという言い方をしており、そういう考え方の中で一番合理的なシステムを選んでくださいという話

になっています。

我が国のごみ焼却の流れをみますと、生産、消費、そして家庭から廃棄されたものが分別収集、中間処理されて最終処分場に来ています。従来はごみの流れが一方通行で、最終処分場にごみがどんどんたまっていき、これでは最終処分場がいくらあっても足りなくなってしまう。これでは困るということで、リユースできるものはリユース、リサイクルできるものはリサイクルしていこう。どうしても残ってしまうものは、熱回収ということで発電したり、焼却灰をさらに利用することなど色々と試してチャレンジしてきたのですが、今までに申し上げた課題も持っています。

次に、家庭から出てきたごみの中でも有機性の廃棄物である生ごみは水分が多く、これを他のごみと一緒に焼却すると熱効率が下がることとなります。生ごみを家庭内で分けて、別の有効利用の道も探ろうではないかというのが現状の流れでして、環境省も地球温暖化防止対策の一環として、また食品リサイクル法の中でも、メタン発酵、コンポストといったものを入れていこうとしています。特に焼却とうまく組み合わせるようなコンバインドシステムが有効ではないかといった意見もあります。

現在では、都市が廃棄物処理システム、特にハードなシステムを構築するときに、非常に選択肢が増えているということで、一番良いものを選んでいく作業が大変になっています。現実にはいいプラントを選んで組み合わせを考えていくときには、技術情報、経済性、環境負荷性、そういったものを総合的に吟味して判断しなければならないということで、非常に難しい時代に入ったという気がしています。

昔は焼却炉を1つ造っておけば、大体ごみ処理は安心だ、これでなんとかかほつするという事がありました。そういう意味では我が国にも処理システムのインテグレーションは必要だということで、インテグレーションするからには広域的な集まりの中でやらなければ非常に不経済になるということです。

以上で終わりたいと思います、どうもありがとうございました。

栗原会長

ありがとうございました。ただ今ご講義いただいた内容に関連して、皆様からご質問ご意見等がありましたらお願いします。

藤井委員

全般にかかってくる話ですが、鎌倉市の場合、逗子市との広域処理を前提にごみ処理計画をたてていますが、鎌倉市はリサイクルの率ではかなりいい線まできているので、さらにリサイクルを進めるためには、生ごみまでリサイクルする必要があるだろうという流れだと記憶しています。計画では、逗子市が焼却炉を分担するという前提があり、焼却炉プラス生ごみ処理施設ということで議論をはじめましたが、今お話を伺っていると、焼却炉の技術開発の流れの中でも、生ごみから出てくるガスを精製して使うというような話まで含めて考えると、まだかなり多様な選択肢があると思います。

もうひとつは、日本の焼却炉は相当高いと私は認識しています。昔比較した事がありますが、日本の焼却炉はアメリカの焼却炉の2倍高い、たぶん世界でもダントツに高いと思います。財政難を考えたときに、鎌倉市でコストのことを考え、なおかつ一番大きな問題は立地

の問題だと思いますが、今のお話を聞いていると、以前つくった計画の2つの流れ自体が、単独でゴミ処理を行った場合のベストセレクションというのは、答えが変わってしまう可能性があるのではないかと思います。その点について、処理施設の立場からポイントを挙げていただければ大変ありがたいと思います。

藤吉副会長

環境省の交付金等で誘導するメニューの中にメタン発酵が入っているため、皆さんの関心がよくメタン発酵に集まっていますが、炭化という方法もあるなど、決してメタン発酵だけではなく色々なメニューがあります。そのような中で何を選んでいくかは、先ほども言いましたとおり、かなり大変な作業を要求されると私も認識しています。

ですから、私も最後に焼却炉はどうしても1つ必要だと思いますが、インテグレーションするのにもう少しこの地域に合った、例えば食品廃棄物をリサイクルするのに、コンポストを入れるのか、家庭でやってもらったほうがいいのか、市がまとめてやったほうがいいのか、色々な検討をしなければなりません。

私は今、川崎市の廃棄物の相談を受けていますが、事業者さんが多くの生ごみを出すので、事業者の生ごみは事業者自ら資源化するような研究会を立ち上げています。事業者の自己責任で生ごみを資源化していくような動きを誘導してみようというような仕掛けもあるし、野池先生と一緒にやっている安曇野市も、焼却炉もし尿処理場も持っていますが、生ごみは別に集めてメタン発酵を行い、焼却とうまくコンバインドしていく形で運転できるかといったことを実証的に試しています。地域ごとに、一番合ったシステムをデザインして、かつ実証しながら進めなければならないので、結構大変です。

日本でもう1つ壁ができていると思うのは、産廃系となかなか一緒にやれないことです。スケールやごみの安定的な供給、質の安定化といった面では、一般廃棄物だけではなくて畜産廃棄物などとうまく組み合わせて処理していくと、非常に安定した処理ができます。海外ではよくそういうことが行われています。日本固有の技術の中で選んでいく、焼却だけではない技術で処理しようとする、実はものすごく選択肢があるなという気がしています。

藤井委員

コンポストというお話がありましたが、家庭で分散してやるのか、市側でやるのかといった選択も視野に入れたらどうかというアドバイスと考えるとよろしいのでしょうか。

藤吉副会長

一般的な、評論家の意見だと考えていただくとよいです。

藤井委員

しかしその上で、焼却は続くだらうということですか。

藤吉副会長

焼却は必要だと思います。

藤田委員

改めてごみの焼却技術について勉強をさせていただいて、ごみ問題はすごく流動的であるということが分かりました。焼却については、あくまでもここで勉強させていただき議論を交わさせていただくということなのか、または課題になっている生ごみ資源化施設と、焼却

施設というのは、リンクしながらこの生環審で議論をしていくのか。鎌倉市の焼却炉を想定しているのか逗子市に広域で造る焼却炉を想定しているのか、いずれにせよ焼却施設は必要なので勉強はやぶさかではないのですが、どういう議論をしていったらいいのでしょうか。

柿崎課長

本日ごみ焼却技術についてレクチャーをいただく背景ですが、広域の関係では、焼却施設は鎌倉市としては、逗子市に建設するものと考えていますが、逗子市は決定ではないといっています。いずれにせよ広域での施設整備を目指していきたいという事があり、広域化の協議会の中では鎌倉市と逗子市を合わせて概ね日当たり 160 トンくらいの規模で焼却処理を行うことになるかと予想しています。

逗子市は焼却残さを溶融固化せず最終処分場に埋めているという事情も考え、今後整備していく施設については、例えば先ほど出てきたストーカプラス灰溶融でやっていくのか、あるいはストーカだけにして溶融については現在の鎌倉市のように民間に委託するのか、あるいはガス化溶融といった技術を取り入れていくのか、鎌倉市と逗子市の規模や状況であればどのような方式を選択していくのがよいかという検討に役立てていければと思います、レクチャーをお願いしています。

栗原会長

ということは、この審議会として、焼却と生ごみ資源化との2つのジャンルのものをミックスさせながら議論していくということでもいいのですか。

柿崎課長

焼却については当然ミックスさせながらということにならざるを得ないと思うのですが、まず焼却については、広域化の協議会の中で逗子市と議論していくことになっているので、どういった技術で検討していこうか、その知識として技術の体系などのお話を広域化の協議会に持ち込ませていただければと考えております。前回の協議会でも、焼却の技術について色々な方式があるので、まずその検討から入っていかなければならないという話をしたところです。

また、鎌倉市では生ごみ資源化施設を整備しようと思っており、生ごみの資源化についても色々な技術がありますので、検討では焼却と生ごみ資源化を両輪でやっていこうと思っています。

栗原会長

私は鎌倉市以外の場所でも、処理方式を選定する委員会に参加していますが、先ほど藤吉副会長からお話のあったとおり、昔は焼却すると決めてしまえばそれだけで済んでしまった話が、国も含めてバイオなど新しいメニューを押し出してきているので、どれがその地域にとって一番ふさわしい技術なのかを特定するのがなかなか難しい。みんな一長一短あって、どれがいいとは言えない状況の中で、人口約 17 万人の鎌倉市、将来広域化になれば逗子市の分も入りますが、それも含めて、どういうシステムを採用するのが一番適切なのか、皆様のご意見をいただきながら、鎌倉市に答えを返せばよいのではないかと思います。

藤田委員

逗子市との広域化が大きな課題としてある中で、焼却技術の方向性など様々な勉強のステ

ップを踏みながら鎌倉市として先生方と検討している段階で、逗子市のお答えもなかなかわからない状況の中で、鎌倉市だけで検討を進めることは、無駄にはならないと思いますが、いざという時のことも少し想定してしまいました。今の事務局のお話にもありましたが、焼却の問題について、現状や課題を整理しながら、生ごみ資源化施設も一緒に検討していくという流れでよろしいですね。

栗原会長

よいです。逗子市の動向を踏まえて議論を進めなければなりません、いずれにしても焼却処理は必要だと思います。

藤田委員

関連して、逗子市でも同じような勉強をしておいていただきたいですね。

野池委員

焼却にも新しい発展がいろいろとあり、焼却炉の性能は高まっています。例えば横浜市などでもやっていますが、これからの焼却施設は地球温暖化防止の観点から焼却した後のエネルギー回収も行うものにしていかなければなりません。そういう点で、焼却炉から出てくるエネルギーを回収する技術というのは確立しているのでしょうか。

藤吉副会長

海外に比べると、非常にお粗末です。その理由の一つは、日本の焼却炉が非常に小さいことにあります。ボイラー付きのものは少ないし、付いていても非常に小さい。昨年、中国に行きましたが、1千万人クラス以上の大都市は、1炉 500 トンクラスです。それを3、4炉つくっており、発電所になっています。

上海などの都市ごみは水分が 65%で、クレーンでもちあげると水分がたれてしまうような状況です。それなのにちゃんとごみ発電をやっています。日本のように紙・プラスチックがあまりないようで、生ごみばかり出ていますが、それでも大型焼却炉で熱回収しています。

実は、熱回収して電気をつくって売ることによって、その施設の運営費が安くなり、経済性がものすごく上がっています。ですからやはりそういうものは、我が国も追いつかなければならない。設計上はごみ発電 20%で設計しますが、ごみの変動もあってなかなかそんな高い効率で平均的にはいかない。平均すると一番優れたものでも 15%という程度です。これをもう少しあげていくには、広域化して大きな施設にして発電効率を上げたほうがよい。そうしたほうが、排ガス処理についても湿式まで入れて高度にできる。そういう意味では、もっと広域化について理解していただきたい。そのためには良い建設場所を探さなければならないが、これがなかなか大変で、大きな課題です。早くバイオマスエネルギーを回収して、化石燃料の使用を減らさなければなりません。

牛久保委員

日本の国土は狭いので、最終的オプションとして焼却施設でごみを減容、減量していかなければならない。野池先生のおっしゃったように、焼却の中でエネルギーを回収していくこと、それから廃棄物の世界とバイオマスは競合しており、ある面ではごみの取り合いがあるので、そのあたりどうしていくのかが非常に難しいことです。

今までのように一元的に焼却しているような状況ではだめだということがあるので、ごみ

量が変動する中で主体的な処理を何で行うか、あとは変動係数の余剰の部分は何で対応していくかという考え方をもって、情報をあいまみえて考えていかなければ、先行きどうしても立ち行かないことになります。

ただ、ガスが出ているのにそのガスをわざわざ電気にする必要があるのかどうかと私は考えています。ガスはガスで使ったほうが安い。というのは、例えばごみは質が変わるため、ごみ発電で得た電力の電力会社への販売価格は、1kwあたり5円から7円ですが、風力発電では12円以上です。それはなぜかというと、供給して欲しいときに供給できない、変動が大きいということです。わざわざ電気をつくって、いわゆる自区内、自分のなかで消費していく考え方はいいでしょうが、販売することについては非常に問題がある。そのあたりは、地域ごとにどのように対応していくか考える必要があります。

それと、いわゆる出口の問題について。たとえバイオであっても、つくったはいいが、はけるところがないものをつくっていることが多々あります。

行政が違うとなかなか難しいことではしょうが、逗子市との合同会議で協議して、温度差のないところで検討できるというののですが。この審議会では、逗子市に説得できるような確固たる議論がなされるのが一番よいのではないかと思います。

吉岡委員

鎌倉市は、平成9年からごみ処理の広域化をずっと検討してきましたが、2グループに分かれて、今は逗子市と広域化の検討を行っています。現在ごみの問題は待ったなしの状況の中で、今後どうすればよいのかというのが、私たち市民としては大きな課題だと思っています。

一般的な考え方としては、なるべく焼却しないで効率良くというのは分かるのですが、逗子市との関係で、焼却施設の場所を選定する問題を全て解決してやっていくためには、まだ時間も相当かかるのではないかと思います。鎌倉市として、今どこかで判断をしていかなければならないのではないかと私は思っています。

例えば、しばらくは逗子市との協議を続けながらしのいでいくという方法もあるのかもしれませんが、今鎌倉市として結論を出さなければならないかもしれないという時期の中で、どうしたらよいのが課題だと思って聞いていました。

基本的には、なるべく焼却量を少なくしてリサイクルしていこうという流れをプラスにしていければよいと思っていますので、逗子市との関係については色々な意味で早く結論を出さなければ、一つひとつの技術を検討するのはなかなか厳しいと思っています。そういう意味では、いつ頃結論を出すのか、どういう考えでしょうか。

勝山部長

本日は、焼却技術と生ごみのバイオガス化技術について議題となっていますが、先ほど柿崎課長からもお話したとおり、今はその両方が未確定になっている状況です。

本来ですと、生ごみの資源化については用地も確保して、本年度の審議会の中で整備計画をお諮りする予定でしたが、それが1年間延びています。そこでこの際、生ごみの資源化についてもどのような技術があるのかを一から勉強しようということと、焼却についても、現在逗子市と協議をしている中で、その方式がまだ固まっておられません。そこで、まずは最

新の焼却技術の種類や課題のお話と同時に、生ごみを資源化した後で焼却をするとどのような課題があって、生ごみを資源化しないで焼却するとどのような課題があるのかということも含めて、私どもは検討していくべきだろうと思います。そうしませんと、逗子市との話し合いが進まないものですから、基本的なことをもう一回やりたいと思っています。

最初のご質問はご懸念の部分もあるのかなと思っていますが、平成 18 年 10 月にごみ処理基本計画を策定しました。このごみ処理基本計画の中で、生ごみは資源化しますということで進めており、まだ今の段階ではこの基本計画を見直す考えは私どもにはございませんから、この基本計画どおり生ごみは資源化をしていきます。

先ほどの先生方のお話にもあるとおり、最終的にはどうしても焼却せざるを得ません。ですから、焼却に際してはコスト面、ごみ質の面からどのような方式にするのがベターなのか、焼却施設を整備する段階でこの審議会にお諮りして最終的に決めていきたいと思いますが、今はまだ勉強の段階であるということでご理解をいただければと思います。

栗原会長

分かりました。とりあえずは勉強の第一弾ということで、藤吉副会長に焼却に関する技術をお話いただいたということでした。次の議題に入りたいと思います。

「生ごみバイオガス化技術の現状と動向」について野池委員からご講義をいただきまして、その後ご質問やご意見をいただきたいと思っています。

野池委員

それでは、生ごみバイオガス化施設の現状と動向というテーマで、私の専門の中からお話させていただきます。

本日の内容ですが、先ほども申し上げましたが、地球温暖化防止に貢献するメタン発酵という面から、まずメタン発酵の役割をお話したいと思います。それから、ご参考になると思ひまして、私の関与している生ごみメタン発酵の事例がありますので、その中から色々選んでご紹介し、ご参考になればと思います。それから、生ごみだけのメタン発酵の技術開発の中で、新しい技術開発もご紹介したいと思います。

今いろいろご議論いただいておりますとお話を聞きましたら、もっと色々な準備をすればよかったなと思うのですが、30 分くらいではほんの一部しかお話できませんので、テーマに沿った内容しかご用意できませんでした。また別の機会にお話させていただければと思います。

これは昨年 2 月 27 日でしたが、IPCC という国連の機構が、ショッキングな声明を出してそれが次の日の環境新聞に載りました。今世紀末に地球の平均気温が最大 6.4℃も上がるだろうという予測です。これは世界中に大きな波紋を投げかけました。その後、前アメリカ副大統領のゴアさんがノーベル賞をもらったり、IPCC 自身がノーベル賞をもらったりしていますが、地球温暖化問題は本当に深刻になりました。

記事の中に「低炭素社会の実現を」という文字がありますが、これは環境審議会の研究者のグループがこのような声明をつくって、全国の公の機関に送ったものです。

これは、つい最近の北海道洞爺湖サミットの議長統括として福田首相がまとめてお読みになったものです。2050 年までに世界全体の CO₂ 排出量を少なくとも 50%削減するという目標を、このときは参加国だけでしたが、さらにこの国連気候変動枠組条約に加盟している締

約国だけでなく、主な経済国に呼びかけて、世界全体での対応を呼びかけたということで、かなり大きな成果があったのではないかと思います。

何の効果もなかったのではないかというようなことを言っておられた方もいらっしゃいましたが、私はそうは思いません。ドラスティックな結果はなかったかもしれませんが、こういったことを世界中に発信できて、その上で我々は何をするにもやはり二酸化炭素削減だ、地球温暖化防止だということを思いながら環境施設の仕事をしなければならぬと改めて襟を正したところです。

化石燃料依存型の社会に変わり、これからはバイオマスをなるべく使って、その分だけ化石燃料を節減できるというわけです。バイオマスはカーボンニュートラルですし、持続的に生産されて尽きないエネルギー資源です。これを考えると、先ほど藤吉副会長からまずエネルギーを回収してから焼却というお話がありましたが、メタン発酵の役割として、まずは有機性の廃棄物からエネルギーを回収してから、処理、処分のことを考えるというのが第一原則ではないか、そんな時代になったと思っています。

これはバイオマス・ニッポン総合戦略の中で書かれているバイオマスの年間発生量ですが、主に家畜糞尿、食品廃棄物、下水道汚泥の3つがいちばん多いです。しかしながら、この家畜排泄物も食品廃棄物も、これがどのように利活用されているかと申しますと、ことに家畜排泄物の場合は、90%がそのまま堆肥として使われているわけです。

食品廃棄物の場合も、そのまま家畜の飼料にしているものが非常に少なく、20%です。これも私が見に行ってきたところ、非常に清潔な工程で豚などの飼料を作っていますが、それは本当に大変なものですから、わずかししか利用されていません。残り20%は焼却され、埋め立て処理されているわけです。

下水汚泥についてはかなり利活用が進んでいますが、36%も埋め立て処分されていますし、建設資材やブロック、タイルなどの建築資材と堆肥利用量が64%であり、エネルギー利用がまだまだ少ないです。

私の考えでは、家畜糞尿それから食品廃棄物、下水汚泥も、まずメタン発酵でエネルギーをとった上で減量化して、その少ないものを焼却あるいは他の処分をする。そのほうが全てにおいて経済的ではないかと思うわけです。

近頃では下水道事業もだいぶ進展してきました、私の学生時代はまだ普及率30%の時代でしたが、今はもう70%ぐらいになりました。普及率が2倍になったその間に、下水道汚泥の量は2.4倍にもなり、下水を処理すればそれだけ汚泥が出てきます。

これは生ごみです。分別した生ごみを袋に入れて集めたものでして、大分県日田市の生ごみメタン発酵施設を見学したときに撮った写真です。袋を破いて生ごみを出し、そして乾電池などがあればそれを取り除いてメタン発酵しますが、生ごみを集めれば、家庭からもこんなに集まってくるわけです。

「あふれる畜糞」と書いてありますが、鎌倉市の場合にはちょっと関係が薄いと思いますが、皆様のお飲みになっていらっしゃる牛乳も、こういった牛が生産してくれるわけですが、1頭当たりの排泄物は60キロです。我々の体重くらいの排泄物を、牛1頭が毎日出しているわけです。ですから、牛乳の生産とともに畜糞が山ほど発生しており、畜糞処理は非常に大きな問題となっています。

メタン発酵からのエネルギー回収のポテンシャルがどのくらいあるかといいますと、バイ

オマスニッポン総合戦略では、2010年の目標としまして、原油換算で308万キロリットルをバイオマスエネルギーから得るという目標を掲げています。しかしながら、現在の畜産廃棄物や食品廃棄物、下水道汚泥を全てメタン発酵しますと、これは計算だけのものですが、原油換算ではトータル395万キロリットルと、目標を上回るポテンシャルがあります。

しかし今は、メタン発酵プロセスは我が国ではまだ初期の段階であると言っていいくらいの未普及といえますか、これからのものです。

メタン発酵の効果というものを、最近バイオマス事業推進協議会でまとめました。メタン発酵のガスからできる電力は非常に安価であるため、電力の料金を上げていただくための法改正を、農水省からしていただくためにまとめたものです。

メタン発酵の効果としては、まず廃棄物系バイオマスの減量効果が大きいというのがあります。非常にかさの多い廃棄物が、メタン発酵する事によって40%くらいはガスになってしまうので、かさ非常に減ります。少なくなったものを焼却なり熔融すればよろしいと思います。

何よりも、化石燃料の代替となるバイオマス燃料が生産できるというのが非常に大きな特徴です。また農業利用する上でも、病原性微生物、ウィルス、細菌類、寄生虫もほとんどがメタン発酵の嫌気性のプロセスによって死んでしまいますので、非常に大きな衛生的な効果がございます。

それから、牧場のほうですと、発酵液がそのまま液肥として牧草を育てるための肥料となります。最近ではレタス畑などの野菜畑にも、必要などころでは飛ぶようになっているくらい愛用されるようになりました。水田や麦畑にも元肥として利用されています。農業利用についての資料は本当にたくさん集めているわけですが、今日は残念ながら時間の関係でほとんど持ってまいりませんでした。

それから、生ごみのコンポストをつくる際には非常に臭気があつて、見学してごらんになると分かりますが、臭いが髪の毛にまでしみこんでしまったり、良い服を着て見学にいらっしやらないほうが良いくらい、生ごみのコンポストはものすごく臭い。しかしメタン発酵をした後の廃棄物をコンポストにしますと、全くといっていいほどひどい臭気なくなる。理想的にメタン発酵を行いますとそういった大変良い効果があるわけです。

これは私どもの研究室で撮ったものですが、メタン生成細菌です。からみあつた糸状のメサノサエタというものと、団子のようにかたまっているメサノザラチナというものが25億年前に現れたバクテリアだそうでした、メタン生成古細菌、古い細菌というふう呼んで、アーティアと呼ばれています。生命体の一番最初のもので、メタン生成細菌ということで、25億年前に現れたそうです。

バイオマスのメタン発酵によるバイオガスの生産ですが、メタン発酵の中ではまず酸発酵といって、揮発性の有機酸を作る段階があります。バイオマスを加水分解してやわらかくして、それを酸にする段階の次が、その酸をメタンにする段階ですね。そしてバイオガスと消化液が出ます。

炭水化物やたんぱく質や脂質のようなものがバイオマスの成分に含まれていますが、これから糖、アミノ酸、脂肪酸を取りまして、酢酸や水素になり、それがメタンや二酸化炭素になります。ですから、メタン発酵は、酸を作る酸生成細菌と、25億年前に生まれたというメ

タン生成細菌、このバクテリアの共同作用で行われているわけです。

嫌気性ですから、酸素を全く必要としません。我々好気性の生物にとっては大切な酸素を全く消費することなく、空気のない所で廃棄物の分解、メタンという有益なエネルギーを生産してくれている、非常に大切なバクテリアだと思っています。

バイオマス・エネルギー利用について、畜産の場合の図をお示していますが、バイオマスを、バイオガスプラントを経て、一部は堆肥にしたり、消化液にしたりして農業利用するわけですが、燃料にしてコジェネレーション発電でこれを使います。下水処理場で行っている成功例では、山形市浄化センターでは、下水処理場全体で使うエネルギーの2分の1をメタン発酵から供給しています。最近の地球温暖化時代に模範的なのが、山形市の浄化センターです。

地球温暖化防止の上でメタン発酵の役割を考えてみますと、有機性廃棄物つまりバイオマスを種類分けして、全てをメタン発酵できるわけではありませんので、バイオ廃棄物というメタン発酵の可能性がある分解可能なものと、不活性な有機物を分けてから、メタン発酵を行います。高温前処理というのは、前処理として加熱したほうが良いという私の考えで、こういったプロセスを改善したのですが、まずメタン発酵しますとそこから出てくるエネルギーをバイオガス発電などでエネルギーとして取り出すため、それだけ化石燃料が節減できます。

メタン発酵から出てくる液肥やコンポストを土壌・農業利用しますと、土中に二酸化炭素を埋蔵してしまう、ちょうどさんご礁にCO₂を吸わせてしまうのと同じように、大気中の二酸化炭素を土の中に埋めてしまうことになり、そういった両方の面から、二酸化炭素を削減できるので、私たちの研究してきたメタン発酵というのは地球温暖化に貢献できるのではないかと思います。

我が国におけるバイオガス施設の現状ですが、まず公共下水道には、小規模の処理場以外はほとんどと言っていいほど、300 箇所から 320 箇所くらいの畜産廃棄物および生ごみを対象としたメタン発酵施設があります。それがうまく機能しているかどうかは別として、国でつくった下水処理場にはたくさんあります。

汚泥再生センターというのは、し尿処理場が汚泥再生センターという名前で作られたもので、そこでし尿と生ごみを含むその他のバイオマスを含めたものをメタン発酵し始めた施設が 16 箇所あります。

食品工場の排水処理、これは例えばアサヒビールやキリンビールなどでは、ほとんどの工場メタン発酵を行ってエネルギーを回収しています。食品の固形廃棄物つまり食品産業から出てくる生ごみを対象とする施設が 44 箇所、それから畜産廃棄物を対象とする施設が 76 箇所、合計 530 箇所あるということですが、私はもっとあると思います。これは新しい参考書から見たのですが、私は600 箇所くらいはあると思います。

図を見ますと、北海道には赤い印の畜産乳牛のメタン発酵施設があります。青い印は生ごみのメタン発酵施設です。東京の近辺で一番大きい施設は、城南島の生ごみメタン発酵施設で羽田空港の近くにあります。残念ながらそこに見学に行くことができませんでしたが、今度ようやく牛久保先生が副会長をされている J O R A（ジョラ、社団法人日本有機資源協会）の見学募集があります。城南島は、関東で一番大きな生ごみだけのメタン発酵槽ですので、ぜひ機会がありましたらご参加いただけたらと思います。生ごみのメタン発酵はまだこ

れからの段階でございまして、施設はまだ少ないです。

そしてドイツですが、あんな小さな国でもメタン発酵槽は 3,500 箇所もあります。これは、ドイツではメタン発酵を育成する政策を色々と取り、新エネルギーとしてバイオガス発電の電力を 1.4 倍くらいの値段で高く買ってくれるものですから、在来の普通の電気を使ってバイオガスから発電する電気を買ったほうが儲かるという状況で、大変収益をあげています。

これは国土交通省で企画したバイオマス利活用事業で、これもバイオマス・ニッポン総合戦略の一環として始めたものです。下水汚泥に他のバイオマスの共同処理ということで、家庭からの生ごみ、剪定ごみ、畜産廃棄物なども全て下水処理場のメタン発酵槽に持っていらっしやいとなっています。生ごみなどを国のほうで集めてくれればいいのですが、持ってこさせるのが原則だそうです。こういったことをはじめられました。

これがなかなか実現しなかったのですが、第1号として始まったのが、珠洲市の事例です。これは藤田委員が近いうちに皆様とご一緒に見学にいらっしやるということで、その予習の意味でもここでご紹介します。珠洲市はとても良い名前ですが、能登半島の先端にあり、非常に小さな都市で人口 18,325 人。合併してこれだけになったのですから、いってみると過疎地帯です。目の前に湖のように静かな湾があり、とても風光明媚なところです。ここで、全国で初めての、下水処理場の中におけるバイオマスを含んだメタン発酵を始めたわけです。

生活排水処理事業としては、公共下水道事業、農業集落排水事業と合併浄化槽の整備事業があり、これらを合わせて 50%の普及率です。下水道があったからできた事業でしょう。

珠洲市の仕事は、国土交通省の「新世代下水道支援事業制度リサイクル推進事業」と、環境省の「循環型社会形成推進交付金事業」、これを合併させて、2つで 50%近い交付金を得ています。他にも地方交付税を活用して、94%まで手持ちのお金ではなく、施設を建設できたようです。6%だけが実際に負担した額ということで、このためには市長をはじめ、本当にご努力なさって、実現までには3年くらいかかったようです。市長が一番熱心だったそうです。下水道の担当者は、寝ずに準備をしたり、国土交通省に何度も足しげく通ったそうです。

これは、全国第1号のものでして、バイオマスエネルギー利活用タイプとしても、下水道事業のリサイクル推進事業の第1号でした。

それから、珠洲市の事業では産官学の技術を集約しており、財団法人下水道新技術推進機構にバイオマスの利活用部門があり、本当に優秀な人達が集まっております。私の所で学位をおとりになった方もおられて、本当に熱心に指導しておられました。もっと新しい事業を進めたいとおっしゃっています。珠洲市はこの財団法人下水道新技術推進機構から技術援助を受け、国土交通省と環境省のお金で事業を進めました。

受け入れる対象物は、下水汚泥、農業集落排水汚泥と、生し尿。ちよどし尿処理場が老朽化してしまって機能がなくなってきたということで、し尿処理場に替わるものということで、し尿を持ってくる。それから浄化槽の汚泥も、し尿処理場の中に入れていたのですが、それも持ってくる。それから、これが面白いのですが、生ごみと魚のあらですね、こういったものを持ってきて1日 50 トンくらいの規模です。

混合厨芥は飲食店のような所からのもので、家庭のものではないそうです。ところが不思議なのは、どこに飲食店があるのか、私たちが行ってもお昼をいただく所がないんです。今

度行っていただくと分かりますが、1箇所だけ飲食店があってそこでお昼を頂きました。この生ごみはどこで集めたのでしょうか。

これは水産加工品廃棄物ですが、水産加工場は海の近くににあります。私の意見では、水産排水や加工品廃棄物は、メタン発酵してもよく分解できません。これは肥料の目的で入れたのです。炭水化物だったら非常に歓迎されるのですが、たんぱく質系のはメタン発酵しにくいものです。

各種のバイオマスと一括混合処理いたしまして、メタン発酵をしよう、肥料もつくろうというものです。

施設の概要は、下水処理場としてオキシデーションディッチ法のもので動いていましたが、大変余裕のある施設でした。その中にバイオマスメタン発酵の施設をつくったわけです。以前からメタン発酵槽があったわけではなく、この事業のためにメタン発酵施設をつくることができたわけです。

これがメタン発酵槽、ガスタンクもあります。必要なものはこのくらいですね。そしてこれが下水処理施設です。こういう施設の中につくりましたから、新たな土地を求める必要もなく国交省の認可の中にあるわけですから、大変都合が良かったです。

鎌倉市の場合も、高度処理のために購入した土地がおありだということで、大変広大な土地ですが、私が建設省関係の人にお話したら、高度処理関係で購入した土地だとしても、現在は交渉すればこういったものの用途に利用が可能ではないかと言っていました。国の中でつくるわけですから、何年前に買っていただいたのか知りませんが、良いことを実現するためにはどうぞご努力をお願いできればと思います。

タンクに「循環型社会のさがけ珠洲市から」と書いてあります。能登半島の先端から、全国初めてのことを行ったということがありました。

為五郎(ためごろう)というのは、ここから出てくる肥料のことです。これは24、25歳の非常にほりきった女子の職員がこの名前に応募して選ばれて、市長からご褒美の1万円をもらったといっておりました。「為(ため)」というのは、地球環境やみんなのため、「五郎」というのは、5つのバイオマスから生まれた肥料だということで、これが飛ぶようになくなって生産が追いつかないということです。

この新聞は昨年私が珠洲市に行ったときのものです。その当時は肥料が「くまいち」という名前でした。地名にちなんだのですが、名前を変えて為五郎にしたのだそうです。

本施設の特徴として、生ごみ受け入れによるバイオガス発生量の向上があげられます。生ごみ1トン当たりのバイオガス発生量は、下水汚泥の40倍にもなるそうです。こんなにはならないとは思いますが、オキシデーションディッチの汚泥というのは栄養源がずいぶんなくなっているの、たしかに生ごみが入るとたくさんガスが出ます。

それから、既存水処理施設による施設排水の処理があります。バイオマスメタン発酵施設からの排水は隣接する下水処理場で処理するため、新たな水処理施設は不要です。これはとても大切でして、メタン発酵すると液肥や発酵の残さが出てきますが、絞ったろ液をどうするか問題です。

鎌倉市のように、液肥として使ってもらって農業があまり行われていない所では、下水処理場で一緒に処理してもらうことが必要になるのではないのでしょうか。そうしなければ、メタン発酵のメリット、経済性があらわれてきません。

珠洲市は人口18,000人の小さな都市ですが、施設の導入効果として、廃棄物処理事業費が年間6,700万円も削減できたということです。

それから、温室効果ガスの削減としてCO₂換算で1日 290kg も削減できたということで、大変生き活きとして私たちを案内してくださいました。

その次に、私は「農村地域に適した小規模メタン発酵施設実証実験」という仕事に関与しており、ご紹介したいと思います。昔は農業集落排水処理事業協会とっていましたが、JARUS（ジャルス、社団法人地域資源循環技術開発センター）にバイオマス班というのがあり、そこでこの実証事業を5年間やることになっていて、もう3年間たちました。

茨城県に美浦村(みほむら)という所があり、モデル農村があつて、舟子(ふなこ)地域の農業廃水の処理場を利用して、このような農村地域からの生ごみを集め、メタン発酵しています。

全国に農業集落排水処理場は 4,800 箇所ほどあります。これは、公共下水道以外にも、農水省のほうで農村にも下水道をつくらせてあげたい。そうすると農村にも青年たちが留まって農業を継続してくれるだろうという意図もあり、農村にも下水道をとということで、農業集落排水処理が全国に 4,800、5,000 近くあります。ここをステーションとしてメタン発酵を行い、その農村地域における生ごみや畜産廃棄物があればそれを持って来る。剪定材や、色々なものがある、そこからエネルギーを回収して、そのエネルギーを集落排水処理場の電力として使うという意図で、これを進めようとしています。

その第1号のモデルを美浦村で、実証事業で行ったわけです。

これは 10 分の1の縮尺でつくった横型のメタン発酵槽で、35℃のもので、小型ですが、ほとんどパイロットプラントというものです。

これはその美浦村で、ブルーで示した舟子地域に生ごみを集めるステーションを設けて、この施設の人が平身低頭してご協力くださいと一軒一軒まわって、生ごみの出し方なども丁寧に説明して歩いたそうです。

まず小さなバケツを一軒一軒に配って、ごみ集積所には大きなバケツを置き、1週間に2回ほど各家庭から集積所に生ごみを持ってきてもらっています。

しかし、40%から 50%くらいの協力しか得られないということで、嘆いていました。一般廃棄物のごみと一緒に入れずに生ごみだけ分別するという習慣がなかったもので、とてもめんどうなものですから、50%に満たない協力率しかありません。それでも、それを用いて現在研究を行っています。

藤吉副会長と私は、経済産業省のNEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)というところの予算で、バイオマスエネルギー地域システム化実験事業を長野県安曇野市で行っています。これももう半分終わり、平成 21 年度で終わるわけですが、家庭系の生ごみと事業系の生ごみ、木質バイオマスを集めてメタン発酵を行っています。

ここは特殊で、乾式メタン発酵というメタン発酵を行っています。これまでお話したのは湿式メタン発酵で、生ごみは水分が多いわけですが、非常に水分のあるどろどろしたもの、生ごみや汚泥、家畜糞尿、水分が 90%以上あるものでメタン発酵を行っています。安曇野市では含水率が 60~85% くらい、このように粘土のような固い土のような、それくらいの水分のものでメタン発酵を行っています。乾式メタン発酵では、後処理の廃液が出ない、二次処理を必要としないということです。

豚糞のスラリーは、こういったものに若干水分を与えるために使っています。この写真は、実はここで実験を行った企業が、鹿児島島の屋久島で行ったときのものです。ダンボールまで持ってきて小さくして入れ、生ごみもあります。

乾式メタン発酵の方法も、捨てたものではないと思います。排水処理が必要ないですから、排水の

下水道投入が難しい場合にはこんなあり方ですね。これは紙も全部含めてもってきて、乾電池やスプーン、そういったようなものは分別できるようになっていますが、ほとんど分別も行わないで全部入れて、手のかからない方法でメタン発酵をしているわけです。

メタン発酵の原料に、メタン発酵が終わった後の消化汚泥を入れてよくこねてかきまわし、メタン発酵槽の一番上に投入したものが、重力で下がってきます。投入物は濃いため、攪拌はできません。そして、発生したガスからエネルギーを生み出すということです。発酵残さは二次処理を必要としないのがメリットで、あとは固形燃料化したりします。ヨーロッパでは肥料などにしています。

バイオガスの発生量は、脱水汚泥、剪定枝、家畜糞尿、厨芥類(生ごみ)、紙類についてグラフで示してありますが、紙類がダントツに発生量があるということです。紙類の中でも、新聞紙のようなものはなかなか分解しません。しかし、皆様方の出すトイレトペーパーや印刷の紙は非常に良く分解して、たくさんガスが出てきますから、ここではなるべく紙をたくさん出して下さいと呼びかけています。

乾式メタン発酵の残さは、炭化して土壌改良剤に使ったり、エネルギーにもなります。ここには書きませんが、色々な利用方法があります。

このようにNEDOで実験をやっている、長野県の中央の松本、この近くに安曇野市がありまして、ここで進められているわけです。

写真のように、高々としたメタン発酵槽があります。1日7トン入るのですが、上のほうにポンと間欠的に放り上げて、だんだん分解していきます。これはガスタンクです。中に色々な機械装置がありますが、頑丈な装置を作らなければならないため、設備投資に非常にお金がかかるのではないかと思います。

このグラフは、安曇野市の穂高地域の一般ごみの割合なのですが、紙くずが非常に多く、生ごみも、プラスチックも入っています。この中で、紙類から一番ガスが出ますから、皆さん出して下さいと呼びかけているわけです。

メタン発酵した後の残さは、写真のような固形廃棄物にして、これをエネルギーにしています。バイオガスも、電気として取り出しています。

これは、大分県日田市の施設で、生ごみのメタン発酵です。日田市はバイオマスタウンとして手をあげ、その一環としてメタン発酵を行っています。

これは集めてきたごみを計量しているところです。

これは、先ほども使った私が撮った写真ですが、集めてきたごみは、袋をとって生ごみだけにします。

この施設の問題は、消化液を下水道放流していることです。周辺はすばらしい農村地帯で、スイカをつくったり、様々な作物、おいしいものがたくさんありました。消化液を農地で使っていたらいいと思いますが、そこまでは進んでいないのですね。

消化液は公共下水道に流しています。BOD、SS、そしてことにこれが問題なのですが、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、トータルの窒素として380ppmまで下げなければならないという下水道の放流基準があります。それでも、下水道放流できれば本当に楽ですから、ここまで処理するのにそれほどひどい経費はかかりません。しかし排水の施設をつくるにはお金がかかりますけれど。

最後に、生ごみのメタン発酵の技術開発についてお話します。先ほどお話した乾式メタン発酵では、生ごみだけでなく、紙類、剪定材も何でもたくさん入れたのですが、今からお話しするのは生ごみだけの「無希釈二相循環式メタン発酵技術」です。これは実現していません。RITE（ライト、財団法人地球環境産業技術研究機構）の実証事業で行われたもので、私どもで学位をおとりになった方から資料を頂きました。

現状の生ごみ及び食品廃棄物は、ほとんど焼却して捨てられているという非常に残念な状況です。これを我々はメタン発酵してエネルギーを回収し資源化するとともに、堆肥化する、これからはなるべく燃やさないで、農村地域で使ってもらうようにすべきだという考えです。

従来のメタン発酵は、生ごみを集めても希釈水が必要で、水で薄めてメタン発酵を行っていました。高濃度メタン発酵ではアンモニア阻害が出たわけですが、必ず排水処理設備がありまして、メタン発酵に排水処理施設までつくると非常にお金がかかって、維持管理もかかって大変です。なるべくこれを小規模にするか、なくすという方向でメタン発酵を企画していくべきだと思います。

この方式では、生ごみを前処理して不適物を除き、混合槽で混合させて、高温可溶化する。加水分解を起こさせるには高温のほうが良いことから高温で可溶化して、その後、高温可溶化のエネルギーつまり熱でもってそれを冷まして、中温でメタン発酵を行います。ここでは希釈水を全く加えず、必要な水分は発酵液を返送しています。

この方式が非常に成功しまして、これで生ごみだけでメタン発酵がうまくできるという実証のプラントができました。脱水するので排水処理もやはり少しは出ますが、量は非常に少ないわけです。

実際のシステムですが、①破碎・混合ユニット、②高温可溶化・酸発酵ユニット、③中温メタン発酵ユニットで循環するのが、発酵液の処理ユニットとなっています。これは、京都で行ったRITEの実証試験です。

この実験で行われました生ごみの分析結果などについては、時間もありませんのでご説明を省略します。

生ごみの負荷によって、ガスが非常に得られるということです。

アンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）の濃度が 4,000mg/kg くらいありますね、これを処理をしなければならぬと思います。

最後の結論ですが、我が国には巨大な量の下水汚泥や家畜排泄物や生ごみがあります。これらは全てメタン発酵の原料となるものです。これら材料のメタン発酵によって、石油資源エネルギーの代替エネルギーを確実に供給することができるわけです。

いま農水省などでは、世界的な動向だといって、食物をごはんとして食べるのではなく、食物からエタノールをつくる企画が行われています。多収量米からエタノールをつくるようなことが巨額な予算を使って進められていますが、私たちの考えから言うと、決して長続きしないでしょう。エタノールをつくるのは、原料が目前にないのですから、我が国の国情に合いません。

エタノールをつくるのにも、まずごはんをつくって、外から石油エネルギーを加えてエタノール発酵しなければなりません。それを蒸留して 99%にするのも、またものすごくエネルギー

ギーがかかります。ですから、石油をたいてエタノールを得るといようなことは、我が国の国情からして良くないのではないかと。我が国の国情からして、ドイツのようにバイオマスエネルギーはメタン発酵によることが最も有望であると考えます。なぜなら、私たちの目の前にはメタン発酵の原料が常時山ほど備えられているからですと、ちょっとしつこく書きました。

今日の我が国では、大量に排出されている廃棄物バイオマスのほんの一部しかメタン発酵されていないのです。ドイツでは 3,500 箇所ありますが、我が国では 500 箇所くらいしかありません。今後メタン発酵施設が全国あまねく普及することによって、循環型社会の形成、地球環境温暖化防止対策はさらに進展するに違いないと、私は確信しています。

栗原会長

ただ今のご講義について、何かご意見等がございましたら、伺いたいと思います、よろしくお願いいたします。

松本委員

前の審議会のときは、焼却は逗子市がやる、生ごみは鎌倉市が処理しなければならないという前提で生ごみ資源化施設について検討したのですが、今日は、焼却炉と、生ごみ資源化施設のお話の両方を聞いて、事務局の意思はよく分かりませんが、今後両方をセットにして、その中でいい所をとりあってやっていったらいいのではないかといいところかもしれません。

今のお話にあった生ごみ資源化施設について、私が特に心配しているのは、水処理と、脱水したら脱水ケーキの処理をどうするかです。そこは焼却とセットで、焼却施設でエネルギー回収を考えたらいいのではないかと思います。

ということで、野池先生はメタン発酵を考えられているわけですが、どちらの処理で行ったほうがエネルギーの面から温暖化防止に役立つのかということを考えながら、場合によってはメタン発酵よりもごみ焼却した方がよいバイオマスになる、剪定材などはメタン発酵よりも焼却炉でバイオマス発電のようなことをやったほうがエネルギーはもっと発生してくるのではないかと、そのようなエネルギーバランスの考えが入ってくるといい計画になるのではないかと思います。

野池委員

福島の富岡バイオマスタウンでは、農村地帯ですから、メタン発酵はエネルギー回収という目的ではなく肥料をつくる目的でやりたいということです。しかし鎌倉市には農村地帯がなく、肥料を農村で利用していただけないので、そういうことを考えると、必ずしもメタン発酵しなければならないかどうかは、ちょっと考えなければなりません。

しかし生ごみは水分が多くそれだけでは燃えませんが、焼却するには化石燃料が必要です。化石燃料を全く必要としない焼却炉というのは無いのか、この時代に重油を加えながら焼却するというのは、考えないほうが良いのではないかと私は思います。

松本委員

先ほどの安曇野市の例は乾式のタイプですが、発酵残さは自燃しますと書いてありました。最近では、下水汚泥の燃料化施設でも、乾燥させた汚泥をそのまま燃してしまおうというのが出てきており、脱水技術の進歩などで直接バイオマスを利用した発電というか、できる

だけ低級な材料から高級なエネルギーをつくろうというのが今の考えで、つまりとうもろこしからエタノールをつくって車を走らせているのは、車は液体燃料でなければ走らないということで、高いお金をかけて一生懸命つくっているのではないかと思います。

野池委員

今日はバイオガスの利用について申し上げませんでした。神戸市では、バスや公用車やごみ収集車を全て、東灘下水処理場のバイオマスを使ったガスで動かそうとしている。本当にうまくいけば、ガスは余るそうです。バイオガスは、鎌倉市の公用車、あるいはごみ収集車にも使えるのではないのでしょうか。メタン発酵は微生物を使うので、高温で焼却する炉と違って環境にやさしい方法であり、扱いも非常に手軽です。

藤吉副会長

資料の 33 ページ上段に、生ごみ投入量 1 トン当たりのバイオガス発生量が出ていますが、私の経験では、都市で焼却処理以外に生ごみのメタン発酵を考えようという時に、自分たちの生ごみの性状というか、メタン発酵の可能性について、V S (Volatile Solid、揮発性有機物) という概念で調査された例はほとんどないのです。

相談された方に「生ごみはどんなごみが出ますか。家庭から出るごみも、今はいろいろ変わってきているんですよ。」と申し上げると、「旅館の生ごみが多いです。」とおっしゃるので、「どんな旅館の生ごみですか」と聞いてみたら「カニの殻がいっぱい入っています」ということで、貝殻や、骨や、魚のあらは、先ほどお話があったようにあまりメタンが出ません。ですから、その地域の事業系の一般廃棄物の生ごみといっても、どんなものがあるのか、どのくらいメタンが出る可能性があるのか、しっかり調べなければなりません。

昔からごみ処理は焼却中心でやってきているので、生ごみは生ごみで、水分くらいを気にすればよかったです。最近はメタン発酵を真剣に考えようと思ったら、地域から出る生ごみがどのくらいメタンを出す可能性があるのか、生ごみの中のさらに何か、残飯やパンくずや、何が入っているのかしっかり調べなければなりません。

野池委員

先ほどお話した茨城県美浦村の例では、協力率が非常に低いです。子どもたちがぜいたくで、学校給食のパンやご飯を残すので、そういったものはたくさん集まっていて、よいメタンになるのですが、出されるごみにあまり注文をつけると集めにくくなってしまいます。

森課長補佐

先ほどお話の出た生ごみの組成調査ですが、平成 18 年の夏秋冬に、ある町内会等に協力してもらって家庭系の生ごみを組成調査して、生ごみ 1 トン当たりのバイオガス発生量などを分析しました。今年度には、事業系の生ごみについても同様の調査を予定しています。

藤吉副会長

成分としては、たんぱく質、脂肪、そういった成分を測っているのですか。

森課長補佐

T S (Total Solid、蒸発残留物)、V T S (Volatile Total Solid、強熱減量)などを測っています。

吉岡委員

藤田委員も言ったように、観光厚生常任委員会で石川県珠洲市に見学に行こうと思っています。このところずっと生ごみのバイオガス化を勉強していますが、今までの経過では、鎌倉市には農地が少ないのでなるべく残さが少ない方が良いということ、乾式だとどうしても残が多いこと、また鎌倉市の場合はかなりごみの分別を進めてきている中で、今の段階では湿式のほうがいいのではないかという話もしてきました。

下水処理と生ごみ資源化を一緒にできるのが一番いいというのがあるので、環境部だけでなく下水道の部署とも一緒に検討して、例えば補助金のからみや都市計画決定など色々な課題をクリアできるものでしょうか、そこが一番気にかかります。

野池委員

交渉次第だと思います。例えば、高度処理のための土地を購入したのだから難しいだろうと心配しているのですが、昔はそうだったけれども、そういった事情であれば、話し合い次第ではないでしょうか。

国のお金が一番ふさわしく使われるのがよいのだから、最初から決めつけなくてもよいでしょう。私は建設省にいた人間ですが、話が分かる時代になってきていると思います。

牛久保委員

排水処理施設としてのメタン発酵槽であるケースと、今のように固形物、例えば食品残さという系が違うものを下水処理場の施設の中に入れる場合の話だと思いますが、そのあたりは全く関係ないのでしょうか。よそから他のものを持ち込んでも、下水道から出た汚泥のメタン発酵処理をする施設の一環であるなど、理由付けはいくらでもあると思いますが、そこは下水処理の一環のメタンということをあまり考えずに、外から持ち込んだ処理の施設であってもできそうだとということでしょうか。

野池委員

先ほど珠洲市の事例が全国で初めてだと申し上げましたが、あれは国土交通省の事業で、このほどバイオマス・ニッポン総合戦略で内閣府と5省で力を合わせて進めています。以前は非常に縦割りでしたが、今はそういう意味では協働できる体勢になってきています。

珠洲市も環境省が生ごみやし尿の処理で参画していますし、下水汚泥などは国土交通省です。バイオソリッド利活用事業という事で始めたもので、そのマニュアルは衛生協会がわれわれがつけました。そういう点では、恐れなく協働できるようになってきて、以前より良くなってきています。

牛久保委員

スタートの時点でそのような構想でスタートする場合と、ある程度下水道が先行しているケースがあり、そのあたりがどうなるかは難しいことがあるのかもしれませんが。それは相手がある話だから交渉すべきで、うまい連携がとれるような詰めができれば良いと思います。

栗原会長

珠洲市の事例では、環境省がこういう実績があるよとあまり事業についてPRしていないですよ。

松本委員

珠洲市では、下水汚泥を以前はどのように処理されていたのでしょうか。

野池委員

そのあたりはよく聞いていません。

松本委員

珠洲市では、下水汚泥があって、生し尿と浄化槽汚泥を足したものとだいたい半分ずつだから、ちょうどうまくできています。環境省は汚泥再生のお金を出していて、国土交通省は下水汚泥のお金を出すよということで、補助金が出ているのではないかと思います。

珠洲市のようにうまくいけばよいが、鎌倉市は下水汚泥を焼却処理しているから下水汚泥はゼロで、生し尿でなんとかするということになる、環境省のものだけだから下水道にメリットは無いのではないかとなくなってしまう。珠洲市の場合は両者に半分ずつメリットがあったので、うまく話がついたのではないのでしょうか。

牛久保委員

スタート時点から折り合いがついているのではないかとということですね。

松本委員

下水処理の方は特に増設しなくて良いということだったのですが、鎌倉市の様子は分かりませんが、下水処理施設がもしかすると目いっぱいですという中で、この生ごみをメタン化して出た排水は余剰だから環境省側で施設をつくって下さいと言われることはないですか。

野池委員

生ごみのメタン化施設は1つの工場と同じですから、排水はそれほど大量ではないので大丈夫ではないのでしょうか。工場排水を受け入れる基準が、今はBODで600mg/lですか、300mg/lですか、決まっていますので。

牛久保委員

排水の負荷が高い所は前段の処理をして、BODを600mg/lまで落とす必要があるということです。それ以下の濃度の所であれば、下水管に直結して流してかまいません。

栗原会長

結局は希釈放流になるのですか、もちろん希釈ではいけないのですが。

牛久保委員

総量規制的に言うと、水の量と濃度が決まっていますから、いわゆる負荷量としての考え方です。量を変えないで濃度だけ規制されますから、やはり前段の処理をしなければ、排水量ばかり多くなってしまいます。

栗原会長

先ほど野池先生から、住民の協力率が50%というお話がありました。

野池委員

それは茨城で実証試験を行ったJARUSの数字です。この事例では、家庭からでなく企業から事業系の生ごみを集めています。

牛久保委員

生ごみには、食品リサイクル法でいうところの、いわゆる一般家庭からの家庭系一般廃棄

物と、事業系一般廃棄物があるわけですが、例えばメタン発酵方式を市で導入するときに、事業系の一般廃棄物や廃掃法が適用になる産業系の廃棄物といった事業系のものを鋭意集めるという方法があると思います。いわゆる事業系は、すでに食品リサイクル法で平成13年度からの5年間に20%以上の生ごみの再生利用等が義務付けられ、さらに成績が良い工場は年間1%、悪い工場は年間2%の生ごみをリサイクルしなければならないことが、法的に定められている状況です。個々の食品メーカーでメタン発酵槽を導入するのは、規模が小さいことと費用がかかりすぎるといった問題点があるので、公共的なものと抱き合わせでやっていかなければならないのではないのでしょうか。

藤田委員

先ほどの野池先生のご説明の中に無希釈二相循環式の実証実験があり、まだこのような施設は無いということですが、これは生ごみだけを処理する施設でしょうか。現状行われている生ごみのメタン発酵とのギャップを感じてしまったのですが。

野池委員

実現したものはなく、大きな規模のパイロットプラントです。

藤田委員

希釈方式は問題点があるというのは、どういうことでしょうか。

野池委員

希釈方式では、水処理施設が大きくなりますが、無希釈二相循環式では最小限の水処理施設になります。生ごみは加水分解しますから溶けて水分は出てきます。先ほどお話した乾式で非常に難しいのは、生ごみが多いと水分がたくさん出てくるために、紙が必要になります。無希釈二相循環式では、紙を除いた生ごみだけの水分と、さらに発酵槽から返送した発酵液だけで、外から加水することなく中だけで処理しています。

牛久保委員

紹介された無希釈二相循環式は2槽式ですが、普通は1つの槽の中で酸発酵とメタン発酵を同時に行う1槽式です。1槽式の場合、酸発酵がものすごく効きすぎてしまうと、酸によってメタン菌が死んで発酵が停止してしまい、メタンガスが出てこなくなってしまう。

食品系のもは、すっぱくなる、要するに酸発酵が急激に進む可能性がありますので、1つ目の槽で酸発酵をやらせておいて、2つ目の槽では中和したような状況でメタン発酵をやる。したがって槽を2つつくる必要があり、ある面ではその分だけ費用がかかります。1槽式でできないものを2槽式で別々にやるということです。

藤田委員

鎌倉市でも無希釈二相循環式を考えているのですか。

藤井委員

普通一般的には、1槽式でできるのならそれで良いでしょう。生ごみのほかに家畜糞尿やダンボールなど色々なものが入ってきて食品廃棄物系の特徴的な要素がある程度抑えられれば、1槽式でも当然やっていけます。

様々な性状のごみがある中で、何をどれくらいの割合でやっていけばよいかというのは、運転管理も含めた考え方になります。生ごみだけでも処理したいという場合に、1つの考え

方として、安全に運転していくのであれば2槽式で理想的に考えなければいけないのかというところで、プラントをつくって実験をされているという状況でしょう。

藤田委員

ということは、この分野は実験段階ということですか。

野池委員

そうです。

森課長補佐

確認ですが、普通は希釈方式なので、これは無希釈というのが特徴でしょうか。

牛久保委員

そうです。無希釈なので酸発酵が急激に進みます。

野池委員

大分県の日田市の施設は、中温発酵で1槽だけです。固形物が入っている場合は、高温のほうが加水分解しやすいですから、分けて、最初は高温にして、次に中温で発酵させます。

牛久保委員

あとは、先生がご説明なさらなかったのですが、メタン発酵菌には中温菌と高温菌があるわけですね。現在一般的に行われているのは35℃付近の中温発酵ですが、効率を考えると高温発酵という方法があります。冬の場合、高温発酵では自前でメタンを出しても自分の装置を暖める熱のために使っているということもありますから、一般的には熱をまかないきれぬ中温発酵で行われています。したがって、色々なファクターがからみ合ってきます。

藤井委員

前の審議会では、生ごみのバイオガス化について日本ではあまり事例はないが、むしろヨーロッパのほうが進んでいるのではないかとということでした。僕がヨーロッパに行ったときは、アントワープはかなりの生ごみを集めていましたし、収集方式も処理技術もかなり面白い技術だと聞いたことがあるのですが、ヨーロッパではガス化のプロセスも進んでいるのではないのでしょうか。

牛久保委員

ノルウェーなどヨーロッパでは、あらゆるものでメタン発酵を行っています。

藤井委員

国産技術を買わなければならないという条件は、ないわけですね。

柿崎課長

ありません。

牛久保委員

これは要するに、高濃度排水処理施設として成立してきたのが最初です。水処理的な考え方で、そこにメタン発酵が出てきて、そのメリットが今の時流にあってきた。ですから今は、ガスをなるべくたくさん出すという方向で、そのあたりはヨーロッパが最初に先行していたものを、野池先生方が日本の中でできるような形にだんだん成立させていかれたのです。

藤井委員

ヨーロッパのものは、そのまま適用できないですね。

牛久保委員

そうです。例えば食品であっても、質が全然違います。日本は、幕の内弁当を考えていただければ分かりますがあの素材で、ヨーロッパは、パンと肉の素材です。ガスの発生が全然違ってしまいますので、そのあたりはドイツから日本にただ技術を持ってくればできるかという、考え方として非常に短絡的で、そこには改良が必要ということで、研究が色々なされているのが現状です。日本の技術が卓越して、だんだんガスを大量に出せるように改良されてきたということです。

栗原会長

ですから、ヨーロッパのでき上がった技術をそのまま日本に運んできて、実際日本でやってみたら思うように行かなかったという事例はありました。北海道の北見で行ったものです。

吉岡委員

中温発酵であれば自分の出すエネルギーの範囲内で行えるが、高温発酵でも処理系統の中からエネルギーをたくさん出そうとすると確かに課題はあり、その点では技術力がもっとあればいいが、決して問題があるわけではないと理解してよいでしょう。

エネルギーを得るということだけを考えれば、化石燃料を足さなければならないわけではなく、メタン発酵の中で出てくるエネルギーを使って処理をする。エネルギーをもっと違うことに使おうということであれば、中温発酵のほうが良いという趣旨でお話を伺いました。

水処理の問題からは、湿式の場合は水をたくさん混ぜて使うということで、ご紹介のあった無希釈二相循環式というのは、外から加水しないのと、そのほかのメリットは何でしょうか。

野池委員

一番のメリットは、外から水を加えないから、最後に出てくる処理水の量も少なくなるということです。最初から全く水を加えず、中からにじみ出てくる水で処理しています。

吉岡委員

色々なことを言われると、すごく悩んでしまいます。ただ、なるべくなら先ほど野池先生がおっしゃったような、化石燃料ではなく地球環境にやさしいエネルギーがたくさん出るという意味で、一番良い技術を、あとは都市型で肥料として使えないので残さはなるべく少なくという考え方になるのでしょうか。

牛久保委員

横浜市のメタン発酵槽は、まさに下水汚泥だけを中温発酵しています。横浜市は徹底していて、排水処理施設は排水処理施設だけで、出た汚泥は一括してパイプで集めて、特殊な構造をした汚泥だけを扱う実装置でやっています。

日本では、し尿処理は汲み取りで、メタン発酵はそのし尿処理の前段施設でした。し尿は排水処理の活性汚泥には濃度が高すぎるわけです。し尿はBODでだいたい 15,000ppm くらいありますが、メタン発酵槽でだいたい 2,000~3,000 ppm くらいまで濃度を落として、その次に後段として活性汚泥にかけると、除去率がBOD放流基準の 120 ppm 以下くらいまでになります。

このように、日本ではし尿の前段施設としてメタン発酵の導入があったため、最初はし尿

処理施設関連に突出してメタン発酵槽がありました。メタン発酵は色々なものに応用できるということで、進展がありました。

松本委員

下水汚泥は、ほとんどし尿と同じと考えていただいてもよいでしょう。

牛久保委員

そうです。ですから、我々の体から出てくるものというのは、何を食べてもだいたい均一ですね。だから私はよく「我々の体は人間浄化槽だ」といっています。ビールを飲もうがステーキを食べようが、何を食べてもだいたいコンスタントに出てきます。

野池委員

発酵温度で 35℃と 55℃という話がありましたが、メタン発酵というのは自分から熱は全く出ません。というのは、入ってくる有機物のほとんどが、メタンガスになってしまうからです。堆肥は空気を送って燃焼させるので、手を入れるとやけどするくらい熱い。あれと正反対で、嫌気性のものは熱が全く出ません。したがって、中温発酵の 35℃でも自分の出したガスで暖めなければなりません。

55℃の高温発酵は、最近いろいろな所で採用されていますが、最近では断熱材がしっかりと発達してきて、35℃の中温発酵と消費エネルギーはあまり変わらないそうです。55℃の高温発酵では、固形物を分解するのが早くなります。ですから生ごみのようなものは最初に可溶化しておいて、先ほど説明したように 55℃にしたものを 35℃にして処理するとよいです。

エネルギー利用面では、最近のメタン発酵では 55℃でも 35℃でもあまり変わらないそうです。

栗原会長

この続きはまた別の機会にでもやっていただきたいと思います。事務局からの資料もありますので、事務局からお願いします。

柿崎課長

1つ目のご報告ですが、7月末から8月末にかけて、鎌倉市内全5箇所において計10回「ゼロ・ウェイストかまくら（3Rの推進）鎌倉市のごみ処理の現状と課題」として、ゼロ・ウェイストかまくらと3Rの推進、生ごみのリサイクル、逗子市との広域化の状況等について説明会を実施しました。資料24はその時のパワーポイントの写しですので、ご参考までにお手元にお置き下さい。

それから2つ目のご報告ですが、今年度に入り（仮称）バイオ・リサイクルセンター、生ごみ資源化施設の用地の検討について、市内の既存用地等を中心に検討を始めております。まだ結論は出ておりませんが、前回皆様にご視察いただいた山崎浄化センターの用地については、下水道との協働事業について下水道側と担当段階で勉強会を始めております。

栗原会長

資料24については内容の細かな説明はありませんでしたので、皆さんお持ち帰りになってお目通しいただければと思います。

それでは、事務局から次回の日程についてお願いします。

柿崎課長

次回審議会について、10月のできれば中旬以降で日程を調整いただければありがたいと思います。

栗原会長

(出席者の予定を確認)

では次回は10月21日の午後2時からということで、よろしく願いいたします。

(出席委員了承)

栗原会長

それでは、本日予定されておりました議事はこれで全て終了いたしました。本日はどうもありがとうございました。

以上