

(2014年11月27日講演)

4. 新しいバイオマスメタンガス&発電システム

株式会社エヌ・エス・ピー代表取締役 井戸康正委員

本日は、新しいバイオマスメタンガス発電システムについて発表させていただく。バイオメタンガスを発生させた最後の段階で残る液肥は、やはり北海道以外のところでは処理が非常に難しい。

ヨーロッパのドイツやイタリアでは、かなり大きな農地があるので、液肥をそこに散布することが十分可能である。しかし、日本では十分な広さの土地がないので、皆、そこで行き詰まっているのが現状である。それを何とか解決する方法を、私のほうで開発したというのが今回の話である。

もう一つは、今まで分解が不可能とされていた木質系物質など、リグニンやセルロースの多い物を分解することが可能になったということである。物質を分子レベルまで小さくすると、その中に潜んでいる物を全て引っ張り出してくれるということを発見して、これを実践しているということである。

1~2 ページをご覧ください。これが北海道帯広で使っている装置である。やはり一番問題なのは、最後のところに出てくる液肥の貯留槽である。2 ページの図のようにトラックの大きさと比較しても、ものすごく大きな槽が必要になる。どうしても大きな敷地面積が必要となる理由である。北海道では、一つの牧場で、3,000~4,000 トンクラスの槽を 2 つも 3 つも造らねばならない。イタリアでも、私が見た限りでは、同じように大きな槽をたくさん造っている。これが大きな弊害になっているのが現実である。

もう一つは、原料を入れる発酵槽であるが、発酵槽も結構大きなサイズである。大きなサイズになるのは、原料を分解するのに日数がかかるからである。発酵するために必要な日数は、大体 30 日~40 日と言われている。1 日 100 トンの原料を投入すると、4,000 トンぐらい溜まってくることになる。今回、私が説明するシステムでは、いろいろな実験の結果、大体 15 日ぐらいで分解を行える装置ができたので、発酵槽の大きさも 3 分の 1 ぐらいにダウンサイジングできるということである。

北海道のエンジン発電機は、ドイツ MAN 社のエンジンで 2G というが、非常に効率が良いエンジンであるので、これを使っていくつもりである。一番低くても大体 36% ぐらいのエネルギー転換効率がある。良い物になると、40% ぐらいまで効率が上がる。燃料電池以外で 40% の効率を発揮できる物はない。

3 ページは、嘉藤講師のところの牧場で使っているシステムである。発電機と発酵槽、ガスの貯留施設が一体型で、非常にコンパクトにできている。ここでは見えないが、そのほかに液肥の槽が外にある。現状では、牛の数に比べて発電力は低く、19 トンの牛糞で 50kW

の発電量である。一方、今回、今村講師のところで計画しているのは、28 トンの牛糞で 348kW ぐらいの発電を計画している。

何故、差が出るかという、敷きわら等のものが分解し切れず残っているため、十分な出力が得られないからである。ただし、嘉藤講師のケースでは、そのため設備費は安くできているという利点がある。一方、計画中の今村講師のケースでは、そうした残存物まで分解するための装置が要るので、設備費としてはかなり膨らむということが言える。

4 ページは、北海道大樹町の、もう少し大きな牛舎で 1,400 頭ぐらい飼っているサンエイ農場のケースである。ここでは、例えば発酵槽が 2 つあり、これに 1 日 104 トンの糞尿を入れている。出てくる発電量は 150kW が 2 台で 300kW であり、これも効率は悪いが、北海道では、この装置でも十分利益が出ており、「造幣局を造ったようなものだと言われていて、かなり儲かるのだ」という話があった。

牛糞中の固形物については、エネルギー源ではあるが分解できないために外に出して、いろいろなところに使ったりしているが、この有機物を全て分解すれば、さらにエネルギーが出てくるということが言える。

田邊主査

これは、メタンガス発電で FIT による売却ができた第 1 号の事例である。第 1 号から第 7 号の事例は、嘉藤牧場も含め全て帯広で成立している。

井戸委員

5 ページをご覧いただきたい。「今村ふれあい牧場」でやろうとしているものは、まだ物ができていないのでイメージ図しかないが、これぐらいのスペースでできると思っている。従来の技術で、同規模の事業をしようとするれば、この 5 倍ぐらいの大きさの敷地面積が必要となるが、このプラントでは非常に小さい発酵槽で済む。液肥槽をほかに設けていないが、10 立米ぐらい溜めながら、どんどん処理していくということである。これが、今回、今村講師のところで計画しているシステムである。

繰り返しになるが、北海道の嘉藤牧場では、土地が非常に広大で液肥の散布も容易で、その処理のための装置も必要ないので投資金額が安価に抑えられるというのが、大きな特徴である。しかし、発酵槽や液肥貯留槽が膨大になるので、そのための設備維持コストが必要になってくるのも事実である。液肥槽を作るために、小さい物だったらそれこそ数百万円でできるが、大きな物だと数千万円という金額が必要であるということをおきたい。

本州や九州では液肥散布場所が少ないので、従来の技術では、液肥の処理システムに大きな費用が必要である。また、ランニングコストも膨大になる。しかし、今回それをクリアできて、システムの面積も小スペースで済む新しいシステムができた。そのシステムの利用により、ガス転換効率が上がり、より多くのメタンガスを発生させ、残渣の激減が可

能となった。

これは、ビジネスになるということである。メタンガスの発酵量も、今までに比べ、大体 3.5～5 倍ぐらい増える。今までは、本州・九州は北海道と異なり、バイオマスメタンガスの普及ができなかったが、今般、新しいバイオマスメタンガスシステムの出現により大きく変わろうとしていると自負している。

7 ページは、サンエイ牧場の損益計算のシミュレーションを示したものである。この辺は私が言うより、田邊先生がより詳しいと思うが、要するに、借入金を返すために非常に苦労していたのが、今回のメタンガスシステムを導入することによって楽になり、費用の回収まで 18 年かかっていたものが、11.4 年に短縮して回収できるようになった。し尿量を固体化することにより、大幅に減容することが可能となり、かつ、加工された物の中水化で、いわゆる普通の水として使うことができるようになり、大幅なコスト削減が実現したということである。

田邊主査

7 ページの左側の部分を補足させていただく。私が専門の金融関係者は、全体の構図を理解するために、絶えず P/L と B/S を考えている。

サンエイという北海道の FIT 適用の日本第 1 号のメタンガス発酵を実現化した牧場の例をみると、従来の牛乳を売るという事業で、売上げが年間 9 億円である。それに対して、利益は年間 1 億円であった。一方で、今までに累積した借金残高は 18 億円である。この 18 億円を 1 億円で割ると、返すのに 18 年かかるわけである。

次に、下のほうであるが、日本政策金融公庫から 4.8 億円借りて、売電事業をやることによって、売電収入に伴う利益が 1 億円出てくる。

だから、上記の 1 億円とこの 1 億円を合わせると 2 億円の年間収益となり、一方の借入残は 18 億円+4.8 億円であるから 22.8 億円である。これを 2 億円で割ると、11 年 4 カ月で返せる計算になる。サンエイ牧場に行った際に非常に印象的だったのは、今までは借金を返すために働いていたが、世界が変わってきたと言われたことである。酪農家が、生涯、借金を返すための事業から、単純計算で 12 年以降はぼろ儲けになる姿に変わるわけである。決定的なことが起こっているということを示したかった。

井戸委員

8 ページをご覧ください。これまでのメタン施設は、主として処理すべき廃棄物の種類や量によって決定されていた。しかし、今後はエネルギーの観点から、次のようなメタン発酵施設が考えられる可能性があるということである。

一つは、経済性を追求したメタン発酵施設である。いわゆる施設の投資金額が低く、メタンガスの量が多い施設にすることによって経済性が非常に良くなるということである。

二つ目は、現状、メタン発酵の電力は、FIT により、39 円/kwh(税別)で買ってもらえる。

この制度を最大限に活用するために、木質のセルロースの追加等を行う NSP 技術によって、エネルギーに変える原料を増やすことが可能であるということである。

三つ目は、液肥の利用もしっかり考えることである。NPK 比率や C/N 比のバランスの良い原料ができるため、液肥の成分として炭素分がなくなっているのが、前回研究会で横山委員と松本講師からお話のあった、炭素分を追加調整することで肥料として非常に有効となるということである。残りの中水の利用も十分考えられ、その水をまた再利用して、循環して使うことができるのも特徴である。

9 ページをご覧ください。理想的なメタン発酵施設のポイントを列挙した。①は流動性を維持しながら最もガス量が見込める水分量は 92% と書いてあるが、実際には 93% である。93% が一番良いということが、今回発見された。②は、生ごみ・し尿・浄化槽汚泥等の収集体制が整っている原料を使う。バイオマスメタンガスは、原料が必ず安定的に出ることが一番大切であり、どの原料がどのくらい出てくるかということがポイントになる。酪農家の牛の糞尿であれば、定期的に毎日出てくる。そのほかの原料を使う時には、そうしたことを十分考えて集めてくるのが大切である。③処理費が高い原料を使う。現状は、生ごみの処理費がトン当たり 8,000 円～2 万 5,000 円ぐらいかかっていると言われてるので、そういったコストを削減できる。し尿の浄化槽などでも、同じようにトン当たり 3,000 円～6,000 円かかっている。畜産糞尿ではトン当たり 500 円～1,200 円かかっているが、この辺も実際には削減できてくると思う。

田邊主査

その点を、少し言葉を変えて言うと、発電のためにこうした原料を受け入れた場合には、金が付いてくるということであろう。だから、メタンガス発電所運営者にとっては、事業性がさらに上がるということであると思うが正しいか。

井戸委員

そうである。産廃業者が、金をもらって廃棄物を収集するというのが非常に難しくなってきたようであるが、新しい法律ができそうで、運賃は払っても、いわゆる産廃業者ではないというのが認められようとしていると聞いている。

次に、9 ページの④に行く。メタン液肥を全量農業に使えば、さらに効果が上がるということを書いた。一般的に液肥は牧草地帯に撒くのであるが、例えば、水田でも、最初の水張りの時に液肥を撒けばそれなりに広がっていくので、水田でも使用はできると思う。北海道と異なり、本州ではそういうことが可能である。⑤は、廃熱の有効利用である。発電機から出てくる廃熱の利用である。大体電気が 39% ぐらい利用できると言われていて、残りの熱の部分がやはり 55～60% ぐらいあるので、その利用も可能である。一部を発酵槽を温めるために使い、それ以外をハウス栽培とか、クリーニング工場などに使うアイデアは面白いと思う。

10 ページをご覧ください。最初に、今回、説明しているシステムの一番大きな特徴は、有機物（COD）の90%以上をエネルギーに転換できるということである。言い換えると、分子レベルまで分解すると、いろいろなところに潜んでいる物質を全て引っ張り出せるということである。すでに、発酵テストなど、いろいろでテストし実証されている。しかも、ナノ化することによって微生物が非常に早く物を分解し食べることができる。人間で言えば流動食にしてやれば非常に食べやすいのと同じである。発酵に要する日数が短いという理由は、そこにあると思う。15日ぐらいで十分ガスが出ることが実証されている。

2番目の本システムの目的というのは、あらゆる有機物を再生可能エネルギー化できることと、高濃度の液肥化ができることである。エネルギー生産を通して、ガスと電気と熱という形にできる。つい最近、トヨタ自動車が水素自動車を作ると言っていたが、バイオマスのメタンガスというのは CH_4 であり、水素原子が4つもある。水素をわざわざ買ってきたり、電気分解して作るのではなく、これからはメタンガスを有効利用していくことが、非常に有効な手段になるのではないかと思っている。次に、耕作放棄地の再活用により農業の活性化を図ることである。一つのアイデアとして、ソルガムという植物は、耕作放棄地にも植えられるので、それによる農業の活性化が図られるのではないか。つい最近、榛東村の中島委員が実際にテストをされて、1ヘクタール当たり230トンの収量が可能であることを発表されている。今まで我々は100トンとか150トンできたらよいと思っていたが、230トンは、ものすごい量である。これを原料に使えるわけである

田邊主査

因みに、米を作った場合、大体1アール当たりの収穫量は10俵（60kg/俵）ゆえ、1ヘクタールでは6トンである。藁を使ってもせいぜい10トンしか収穫できないのに対して、230トンという驚異的な世界が生まれる。バイオマスメタンガス原料としては、とんでもない量を使用できる。しかも、耕作放棄地でも植えられるのがメリットである。

井戸委員

次に、間伐材などの有効利用である。いわゆる木質は、今までは燃やすか、高温熱分解によるガス発生しか活用方法がなかったが、我々のシステムを使えば、間伐材の木質も、チップにした物を完全にスラッジ化して、そこからメタンガスを引き出すことができる。水分の多い枝葉など木質系廃棄物も当然、同様に活用できる。

新たな廃棄物を生まないゼロエミッション化の達成も目的である。これまでの説明で、メタンガス発酵を行った際の残渣がたくさん出てくるということを申し上げたが、これらを完全にナノ化、微細化すると、有機物がほとんど残らないことになる。液肥もすべて使えるという意味でゼロエミッションと申し上げた。

11 ページをご覧ください。先に話してしまっただが、有機物のナノ化と特殊循環法により、高効率のエネルギー転換とするというのは、リグニンやセルロースをナノ化するこ

とで、より多くの CH₄ の生産と CO₂ の削減ができるということである。90%以上がガス化して使える。また、この転換は、好熱菌を用いた微生物反応槽で行われ、その際に発生する窒素・リン・カリウムは再生肥料として重要な成分である。

今日本などで一般的にやっているのは、中温発酵をやっている。温度は大体 39℃と言われている。弊社がやろうとしているのは、高温発酵で、55℃でやるシステムで、今、進めている。弊社は、大阪ガスと業務提携し、そこで発酵テストをやっているが、やはりリグニンの多い物などは、特に高温発酵でないと早く処理できないというテスト結果となっている。これからも、高温発酵を進めていくつもりである。

本システムの優位性は、汚泥が出ないことのほか、いろいろなことを書いている。また、既存の施設にも対応できるという利点もある。

12 ページの「格段に安価なランニングコスト」ということについて、「運用メンテナンスコストは他と比較しても格段の安さ」と書いているが、嘉藤講師のところと比べると高くつく。何故かという、我々のシステムは、前処理や後処理を全て含めるので、多少、それに比べると金が要る。しかし、効率性という面では、費用対効果は十分に高い。

田邊主査

初期コストは当然高いが、運営費も高いということか。

井戸委員

いや、全体のパイ（生産エネルギー量、発電量）が 100 あったうち、そのうちの 30% が運営費として要るわけである。今、北海道でやっておられるのは、100 のうち 70% ぐらい運営費がかかっている。それと比べると運営費は安いということを行っている。

「抜群の省スペース化でイニシャルコスト低減」と書いているが、これは、発酵槽が小さくて済むとか、液肥槽が要らないとか、非常に省スペースになるということである。

「消化液の濃縮により液肥タンクの小型化を実現（15～10%）」というのは、液肥タンクがなくてもそのまますぐ使えるが、一応、1 日に 10 立米ぐらいのものを溜めておかないと、何かあった時にクッションがないといけないので、ある程度は要するという意味で書いた。

13 ページは、システムの内容を少し詳しく見たものである。この装置の前処理ユニットというのは、処理の前段階では、石など、いろいろな物が混入しているので、それを入れるわけにはいかないの、そういった物を取り除くために分別とかが要るということである。その後、NGU（ナノグラインダーユニット）の中に入れてナノ化し、一旦、発酵槽の中に入れる。それを Cross Flow という UF 膜でもう一回濾す。

これは、完全なスラッジにして発酵を促進させるのが目的であり、Cross Flow の膜が何故使えるかというのは、ナノグラインダーで物質を小さくすると膜を通すことができるからである。言い換えると、普通、固形分があるとすぐに詰まってしまっただけで使えないが、この問題を解決するために、NGU があるということである。

こうして濃縮した液を、RO という逆浸透膜で処理し、水と液肥とに分ける。液肥は、窒素、リン、カリウムであるが、そういった物のほか、多少ではあるが、例えば塩分も出てくる。これを完全にパウダー化することもでき、パウダー的な肥料としても使えるということである。

田邊主査

右下の機材は国産で、左上の機材はアメリカ製である。だが、システムとしては井戸委員独自のものである。

もしこのシステムを導入したら、今は、19 トンの原料で 50kW の発電であるが、幾らぐらいの発電に増加するのか。

井戸委員

19 トンぐらいだったら 250kW ぐらいの発電が可能である。5 倍ぐらいになる。

14 ページをご覧ください。ナノグラインダーに入れるとどうなるのかを書いている。大きな原料が、どれだけ小さくなるかを示した。全体の施設としても、3 万 3,500 立米ぐらいのものが、5,300 立米ぐらいの設備規模に縮小できる。

15 ページは、牛糞の中身である。牛糞の中身は、皆さんは、ほとんど液体と思っているであろうが、実は違って、糞系の物とか、いろいろな物が混じっている。消化できない物が出てくるということである。それを NGU ナノグラインダーにかけると、完全なスラッジになる。これを使えば発酵が早い。無機物は残るが、有機物は全て発酵してしまいうことができる。

16 ページは、昨年 9 月に北海道の函館で、実際に実験させていただいたものの結果である。ナノ化して完全に粉砕したことによって、いわゆる発酵効率も上がったが、自分でやってみると、なかなか難しいと感じた。いろいろな物が出てくるし、それを粉砕するのにどうしたらいいかと考えた。原料を入れる前段階の施設にもいろいろな工夫が必要と分かった。この結果を基に、今、新しい施設を完全なものにしようとして取り組んでいる。

要は好気発酵が起こることを言いたい。空気がどんどん入ってくるわけで、そうすると、好気発酵し熱を出して、それがエネルギーとして取られてしまう。100%嫌気発酵に持っていけないのが反省点である。

この実験では、大体 70℃ぐらいに上がったが、70℃に上がるというのはそれだけ熱を食われているということである。外に置いてある原料をポンプで粉砕してから入れてみたところ、時間が経てば経つほど、好気発酵でどんどんエネルギーを食われてしまうということが分かった。それをさせないためには、空気を遮断する方法で嫌気発酵にしなければならない。そうすることによって、エネルギーがもっと取れるという結果が出たということである。

17 ページは、出た液肥を見たものである。発酵槽のタンクの中からすぐ取り出すと、有

機物がまだ残っている。これが UF 膜を通るとほとんど有機物がない状況になる。それを RO 膜に通すと、いわゆる中水というか、下水に放流してもよい水ができる。右から 2 番目は、濃縮液肥で、内容物としては、アンモニア性窒素が 18%、リンが 6%、カリウムが 5%、カルシウムやその他の無機物がやはり出てくるが、それが 25%で、あとは水が 46%ぐらいになる。

以上である。