

8. 下水道資源のエネルギー利用に向けて

国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道企画課
下水道国際・技術調整官 白崎亮氏

(下水道資源のエネルギー利用の現状)

国交省が行っている取り組みとか、公共団体の事例紹介をさせていただきたい。まず現状に関し、下水道が有する資源・エネルギーということで、下水汚泥と下水熱の2つあると考えている。下水汚泥はバイオマスの一部ということである。ただ、他バイオマスと違って、下水汚泥は人間生活に伴って発生するので、質と量は安定している。かつ下水汚泥の場合は下水処理場に集まってくるので、集約の必要性がない集約型バイオマスである。さらに、都市部において発生することが多く、都市型バイオマスであり、エネルギーの需要地に近いということで、こういう点では有利な点があるかと考えている。もう一つ、バイオマスから離れるが下水熱というものもあり、下水の水温と大気のを比べてみると、河川の水温もそうであるが、一般的に下水水温のほうが年間通して上下変動が小さい。このため、大気を空調の熱源に使うよりも下水熱等を空調の熱源にしたほうが省エネルギーになるということで、こちらのほうも最近力を入れているところである。また、下水管は都市部に多く存在しているので、そういった面でも有利と考えている。

下水汚泥というのは大体8割ぐらいが有機物で、残りは無機物ということで、この8割の有機物をエネルギー等で有効利用を進めていきたいと考えているところである。ポテンシャルについては、下水汚泥発生量は乾燥ベースで年間約220万トンある。ただし、エネルギー利用というのは1割に過ぎない状況である。また、下水熱については、年間の処理量が約140億 m^3 あるが、この下水とか処理水を熱源とした地域冷暖房を行っているようなところは3カ所しかなく、まだまだ利用されている割合は小さい。

下水処理場における資源・エネルギーの回収・利用をみていただくと、少し技術的な話に入ってしまうが、どういうところでどういう物が出てきて、それをどう使えるかというのを簡単にまとめてある。一番上から水の流れに沿って、下水と処理水、きれいにする前の水ときれいにした後の水であるが、これらが冷暖房の熱源として利用可能である。水を処理するときに汚泥が出てくるわけであるが、その一つの処理方法としてメタン発酵というのがある。これは汚泥を減らして安定化させるためにもともとやっていたが、このとき出るメタンを含む消化ガスをどのように利用していくかということが課題になっている。最近のFITで発電というのものもあるし、都市ガス原料に供給したり、天然ガス自動車の燃料

として利用しているという事例もあるということである。メタンガスを取った後でも、汚泥は 100%分解するわけではないので、まだ有機物が残っていて、それを最後どうするかということであるが、焼却炉で燃やして灰にしている例が今一番多い。先ほど塚本先生のお話にもあったが、汚泥を炭化した炭化汚泥を発電所で石炭とかに使ってもらおうという例も最近増えてきているということである。コンポストについては、昔からやっているが、肥料として利用するというようなこともやっているわけである。

下水汚泥のリサイクルの状況として、下水汚泥の有効利用の推移をみていただくと、汚泥の発生量は下水道普及率が上がってきているので増えてきている。有効利用率もだんだん上がってきており、埋め立て処分はだんだん減ってきている。最近増えてきているのは、建設資材利用の中でもセメント化である。セメント原料として脱水汚泥なり、焼却灰を引き取ってもらおうという例が最近非常に増えている。緑農地利用は横ばいで安定した利用形態になっている。ちなみに燃料化等はまだ1%ぐらいであるが、徐々には増えてきているということである。

下水汚泥のエネルギー利用の現状であるが、先ほど説明したように下水汚泥の8割が有機物であるから、これを利用したエネルギー利用を進めていこうということであるが、実際にエネルギーとして利用されているのはまだ13%である。消化ガスとしてメタンを取り出しているのが12%、炭化などを行って燃料として使っているのが1%、といったような状況である。このエネルギーとして未利用な87%を、今後いかにエネルギーとして利用していくかが課題である。

汚泥を消化した場合に発生する下水道バイオガスの量については、2010年では、大体2億1,800万 m^3 /年ほどの量である。このうち、発電利用されているガスは増えてきてはいるが2割ぐらいで、メタン発酵させるための発酵槽を加温するのに3割ぐらい使っているが、高度な利用がまだあまり進んでいないのではないかと感じられるところである。また、3割が焼却処分、出てきたメタンを単に燃やして処分しているというだけの状況であり、こういうところは有効に使えるのではないかとということである。2010年にはバイオガス発電施設の発電に関し、消化施設を持っているのは全国で300程度あるわけであるが、そのうち発電しているのは約30カ所に過ぎない状況である。実は下水道というのは非常に電気を消費する産業であり、日本全体の電力消費の0.7%ぐらいの電気を消費しているが、その発電を行っている約30カ所の処理場での発電量を足し合わせると、下水道施設の2%分ぐらいは自賄いしていることになる。

下水汚泥の固形燃料化は、バイオマス発電と並んでエネルギー利用の一つの柱である。出てきた汚泥を炭にする炭化、油を混ぜて減圧・加熱の条件下で水分を蒸発させて乾燥する油温減圧、あるいは乾燥させる造粒乾燥といったような、大きく分けて3つの技術が使われている。石炭に比べると熱量的には少し劣るが、これを石炭火力発電所で石炭の代わ

りに少し混ぜて燃やして燃料にしてもらっているという事業が進んできている。今はまだ東京、愛知、福岡、広島市等、稼働しているのは6カ所に過ぎないが、最近では大阪とか、横浜とか、大都市を中心に事業化に向けて手続きや建設に入っており、今後どんどん普及してくるのではないかと考えている。あとは、石炭の火力発電所以外だと、例えば造粒乾燥を行う宮城県の県南浄化センターがあり、これは被災の関係で今稼働が止まっているが、できた造粒乾燥物を日本製紙の製紙工場へもって行って燃料として使ってもらっている。石炭火力発電所以外にも使ってもらっている例があるということである。

(下水道資源のエネルギー利用推進に向けた施策)

FIT の関係では、例えばメタン発酵ガス化発電は 40.95 円となる。下水汚泥の固形燃料を用いた発電も買い取り対象になるが、廃棄物の木質以外というところに入っていて、17.85 円で買い取ってもらえることになった。

もう一つ最近進めている省エネ関係の取り組みとして、民間事業者による下水熱利用に係る規制緩和がある。先ほど法律が 8 月 29 日に成立したという話があったが、実はこれも都市の低炭素化の促進に関し国交省で出して 8 月 29 日に成立した法律で、民間事業者が下水管から下水熱利用をするために下水を取水できるようにするという特例がこの法律の中に盛り込まれており、未利用の下水熱を民間が活用できるよう規制緩和を行ったのである。

社会資本整備総合交付金については、国交省が下水道管理者の公共団体向けに交付金を交付して施設整備を支援しているものである。

グリーン投資減税による税制上の特例措置の創設については、エネ庁のグリーン投資減税の中に、下水汚泥固形燃料利用設備についての特別償却や税額控除といったものを入れてもらっているということである。

下水道革新的技術実証事業を国交省がやっているが、固形燃料化、ガス発電、下水道熱利用、いずれもコストを下げて効率を上げていくことが重要だろうと考えている。実規模レベルの施設を設置して、技術的な検証を行って、普及を推進していこうという事業を国の直轄調査としてやっているということである。予算規模としては、平成 23 年度は 24 億円、平成 24 年度が約 29 億円で、直轄でプラントを造って今実証しているわけである。その内容として、超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムは、メタウォーターとか日本下水道事業団がやっているものである。下水から水と固体を分離するに際し、まず徹底的に固液分離をしようということで、固液分離をすると有機物が減るので、水処理のほうで有機物を分解させるために曝気という工程があり、そこでエネルギーを消費するわけであるが、固液分離を徹底的にやると、その曝気の量を減らせるので省エネになる。それと汚泥が増えるので、メタン発酵に回る汚泥の量が増えたり、分解しやす

い汚泥が増えるということで、ガス発生量が増えて創エネによりエネルギー自給率も向上する。

次に、神戸市東灘処理場でやっている実証については、神戸の地域で発生する下水汚泥以外のバイオマスも扱っている。神戸というのはスイーツが一つの産業だということで、そういうスイーツ系の食品系バイオマスだとか、木質系バイオマスも豊富にあるということである。下水汚泥以外にそういうスイーツ系、木質系のバイオマスを合わせてメタン発酵を行ってガス発生量を増やそうということで、混合消化と呼んでいるが、その実証を神戸環境ソリューションと神戸市がやっている。

温室効果ガスを排出しない次世代型下水汚泥固形燃料化技術の事業は、今年から始めているものであり、長崎市、長崎総合科学大学、三菱長崎機工がやっているものであるが、こちらは地域のバイオマスを受け入れ、水熱反応という有機物を低分子化する反応を組み合わせる装置を消化槽の前に置いて、メタンガスの量を増やそうというものである。

続いて廃熱利用型の低コスト下水汚泥固形燃料化技術の実用化に関する実証事業は、JFE エンジニアリングという会社が松山市でやっている事例であるが、こちらは焼却炉とか工場の廃熱を利用して下水汚泥を燃料化しようといったような実証をやっているということである。

管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用に関する実証事業は、大阪市と積水化学、東亜グラウト工業がやっている下水熱利用に関する実証である。今までの下水熱利用というのは、下水を下水管の外に取り出して熱交換して熱供給するというようなパターンだったわけであるが、この技術は下水管の中に熱交換器を埋め込んでしまって、低コストで下水熱を利用しようというものである。

(取組事例の紹介)

下水道バイオガスの利用に関する取り組み事例を簡単に紹介させていただくと、神戸市の事例では、先ほど実証事業も神戸市東灘処理場であったが、実証事業以外にも神戸市はいろいろな取り組みをやっている。神戸市では、下水汚泥が出ると、発酵タンクに入れてガスを取り出すのであるが、この段階ではメタンがまだ 60%ぐらいで、ここから二酸化炭素等を除去してメタン 97%以上にするために、精製までやっている。精製したバイオガスをどうしているかというと、神戸の場合は、バイオガスステーションというところから市バスや宅配車など天然ガスの自動車に供給しているという取り組みをやっている。さらに、このバイオガスステーションに供給するのみならず、エネ庁との連携により、都市ガス供給も行っている。精製したバイオガスをさらに微量成分を除去して、熱量調整して、付臭して、要するに都市ガスと同等の成分まで調整して、大阪ガスの導管に直接注入するといったようなことを今やっている。そこまでいかななくても、精製バイオガスを都市ガス原料

としても供給可能であり、金沢や長岡では処理場と都市ガス工場が近いという利点を生かして、下水処理場から都市ガス工場へ、都市ガスの原料としてガスを供給している例もあるということである。

PFI 事業等による下水道施設整備事例をみると、下水汚泥の有効利用については、民間のノウハウだとか技術を活用したほうがうまくいくということがあり、PFI 事業等が下水道の中では多くなっている。主な事例としては、例えば東京都や大阪市、横浜市では PFI 方式で消化ガス発電をやっているほか、広島や宮城県では、DBO 方式で汚泥燃料化事業をやっている。横浜市における PFI 事業での発電事業事例については、横浜市が PFI 事業者、たしか bay eggs だったと思うが、こういう SPC と PFI 事業契約を結んで、横浜市から消化ガスとか処理水を供給して、PFI 事業者が発電して、それに対してサービス購入料の支払いを行っている。

続いて黒部市の事例であるが、これも PFI の事例である。PFI 事業で下水汚泥と、ほかのバイオマス、例えばコーヒー粕だとか、そういうものを資源化して緑農地等に利用するようなことをやっている。また、PFI の中で消化ガス発電施設も入っており、発電して処理場内へ電力供給するといったようなことも事業の内容に入っている。石川県の珠洲市だとか、北海道の北広島市等において、地域の生ごみ等を受け入れて活用する取り組みが行われている。

(まとめ)

最後に、低炭素・循環型社会の実現に向け、下水処理場をエネルギー供給の拠点にしたということである。下水汚泥以外のバイオマスを受け入れたり、固形燃料とかメタンガスをエネルギーとして利用するなどして、下水道施設を地域のエネルギー供給拠点として活用していきたいと考えている。