

下水道イノベーション ～ “日本産資源” 創出戦略～

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部 下水道企画課 資源利用係長 つちや みき 土屋 美樹

1. はじめに

下水道は都市内に張り巡らせた管渠を通じて、水、バイオマス、リン、熱など、さまざまな資源が流れて集まってくるインフラであり、ここから取り出した資源・エネルギーの活用が非常に期待されているところである。例えば、全国で発生する下水汚泥を固形燃料化した場合、約110万世帯分の電力消費量に相当する。下水処理場に流入するリン全量を農業利用すれば、海外から輸入するリンの約10%（約120億円/年）相当の削減に貢献するとされている。このように、下水道の有する資源・エネルギーは、天然資源に乏しい日本における「日本産」の資源として、非常に有望なポテンシャルを有しているといえる（図-1）。

一方、下水道事業は我が国の年間消費電力量の

約0.7%を占める電力の大口需要家であり、それに伴って大量の温室効果ガスを排出している。また、下水道における使用電力費は下水道維持管理費において、全体の約10%を占めており、下水道管理者にとって大きな負担となっている面もある。こうしたことから、下水道事業としても、省エネの取り組みを進めるとともに、下水道が有するポテンシャルを活用した創エネの取り組みをさらに加速化していくことが求められている。

したがって、国土交通省は、「生産性革命プロジェクト」において下水汚泥の資源・エネルギー利用を推進する「下水道イノベーション～ “日本産資源” 創出戦略～」を一つのプロジェクトとして位置付けた。下水汚泥のエネルギー・農業利用率を、約27%（現状）から約40%に向上させることを目標として掲げ、下水汚泥をエネルギーや肥料として徹底活用し、下水道施設のエネルギー拠点化を図るとともに、農業の生産性向上に貢献

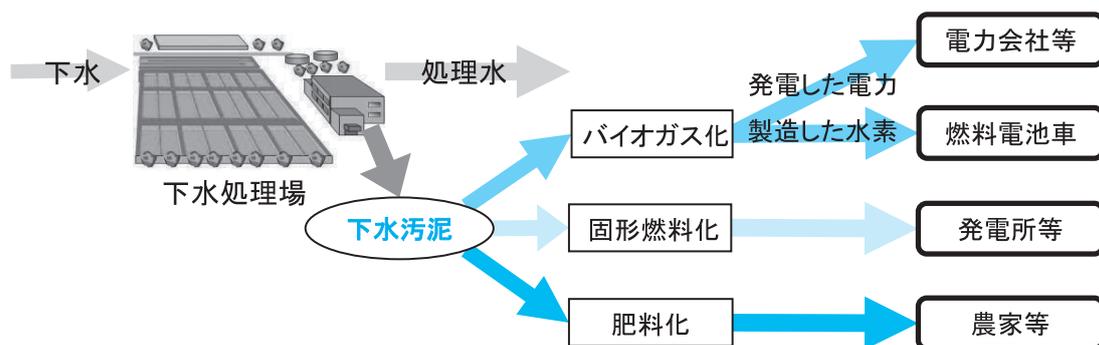
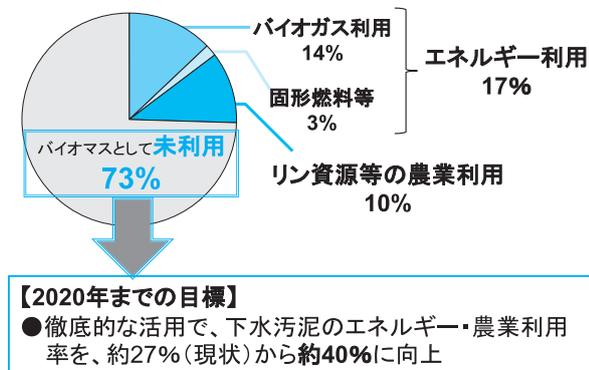


図-1 下水汚泥の徹底的な活用例

していくこととする（図－2）。

本稿では、生産性革命プロジェクトに掲げる下水汚泥の資源・エネルギー利用に関して、現状と国の取り組みを紹介する。



図－2 下水汚泥の資源・エネルギー利用 (平成 28 年度)

2. 背景

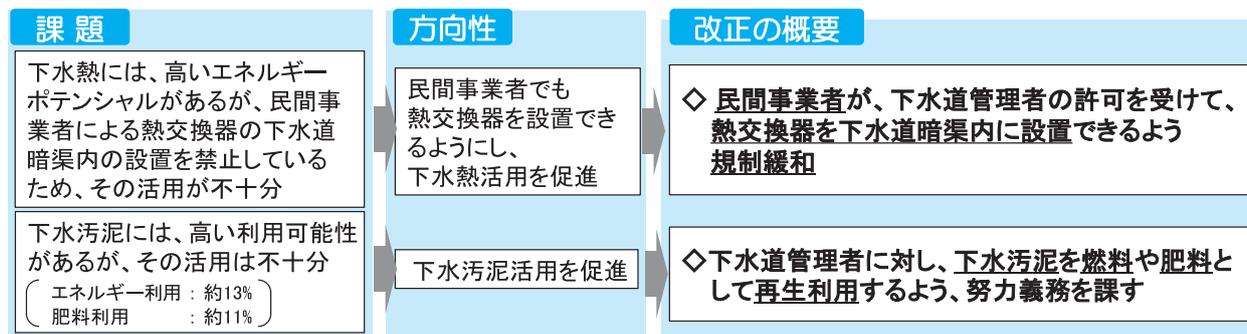
平成 26 年 7 月に下水道政策研究委員会報告書としてとりまとめられた「新下水道ビジョン」においては、平成 17 年にまとめられた「下水道ビジョン 2100」で下水道の基本コンセプトとして示された「循環のみち」について、さらに「持続」と「進化」を図るとされ、中でも長期ビジョンの一つの柱として、“水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化”が掲げられた。下水道の水処理技術は、公共用水域の水質改善に寄与する一方で、膨大なエネルギーを消費していることを踏まえ、今後は、有機物、栄養塩類を単なる除去対象

物質でなく資源として捉え、革新的な技術・システム等を導入するとともに、他バイオマスを集約することで、下水処理場を水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化とすることとされている。

さらに、平成 27 年 5 月には下水道法が改正され、下水道管理者は「発生汚泥の処理に当たっては、脱水、焼却等によりその減量に努めるとともに、発生汚泥が燃料又は肥料として再生利用されるよう努めなければならない」とされた。これにより、単純焼却されることも多かった発生汚泥中の有機分について、減量化に先立って再生利用の検討を行うことが求められることとなった。また、下水熱においても、下水道の暗渠内に民間事業者による熱交換器の設置を可能とする改正がなされ、これによって民間事業者による下水熱利用の取り組みが大きく増加することが期待される（図－3）。

「新下水道ビジョン」のより一層の推進に向け、平成 29 年 8 月に国土交通省が策定した「新下水道ビジョン加速戦略 ～実現加速へのスパイラルアップ～」においては、概ね 20 年での下水道事業における電力消費量の半減と位置付け、下水処理場の地域バイオマスステーション化への重点的支援等を位置付けたところである。

さらに、我が国の政策動向としても、平成 26 年 4 月には「第 4 次エネルギー基本計画」が、また平成 28 年 9 月には「バイオマス活用推進基本計画」の改訂が閣議決定された。これらの計画の中には、下水汚泥からのエネルギー回収や肥料利



図－3 再生可能エネルギー活用に関する下水道法改正の内容 (平成 27 年 5 月)

用、水素製造など、下水道に関する多くの取り組みが推進すべき施策として位置付けられているところである。

3. 下水道資源のエネルギー利用の現状

(1) 下水道バイオガス利用

下水汚泥の嫌気性消化過程において発生するメタンを主成分とするバイオガス利用については、平成 27 年度の消化槽からの下水道バイオガス発生量は約 3.3 億 m³ であり、内訳をみると、約 82% (2.7 億 m³) が利活用されており、残り約 18% (0.7 億 m³) は焼却処分されている。また、下水道バイオガス発生量の約 37% (1.22 億 m³) は発電に利用されているが、約 23% (0.76 億 m³) は消化槽の加温用としての用途にとどまっております。今後、熱と電気を同時に発生させるコジェネレーション利用の普及が望まれる (図-4)。

下水道バイオガスを用いた発電は、下水処理場の電力費の節約と資源有効利用の観点から進められており、FIT (固定価格買取) 制度の活用や PPP/PFI など民間活力の活用により、近年大きく件数が増加している。平成 29 年度時点では、

全国 101 箇所の処理場においてバイオガス発電が導入されており、総発電量は約 2.3 億 kWh/年 (平成 28 年度末時点) に上り、全国のポンプ場および下水処理場における年間消費電力量約 70 億 kWh の約 2% に相当する。

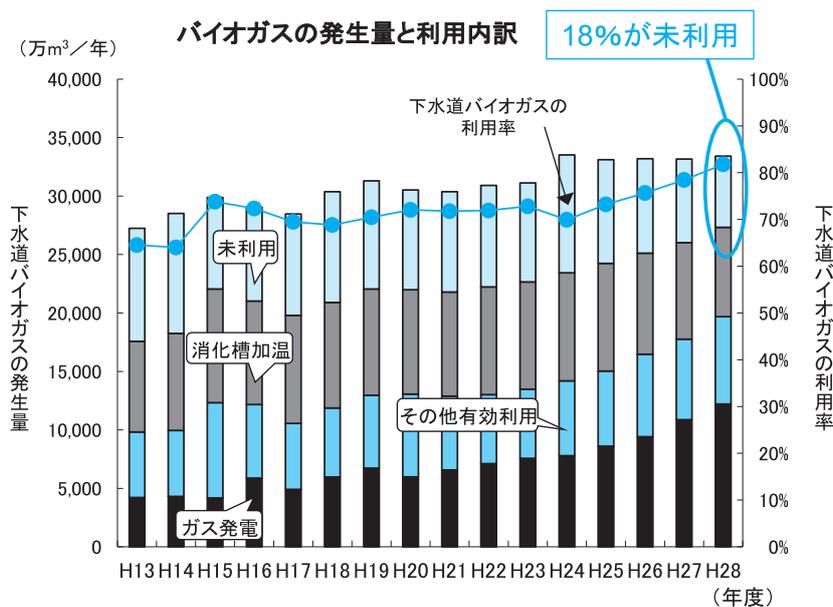
さらに、神戸市等においてはバイオガスを精製して天然ガス自動車へ供給したり、精製ガスを都市ガスに供給するといった取り組みも行われている。

(2) 固形燃料化利用

下水汚泥の固形燃料化の手法としては炭化と乾燥 (油温減圧乾燥および造粒乾燥) があり、火力発電所や製紙工場のボイラーの化石燃料代替として利用する取り組みが行われている。

炭化とは、脱水汚泥を乾燥した後、低酸素または無酸素状態で蒸し焼きするもので、平成 28 年度以降では、静岡市や横浜市、京都府等で導入されている。乾燥については、近年では北九州市 (H27) や広島県 (H29) で造粒乾燥物を製造し、燃料として供給している。

平成 29 年度時点では、全国 19 箇所の処理場において固形燃料化が行われているが、平成 28 年度に固形燃料として利用された下水汚泥は全体の



※その他有効利用としては、焼却補助燃料、汚泥乾燥、場内冷暖房利用等

図-4 下水道バイオガス利用の経年変化

約3%にとどまっている。下水汚泥固形燃料の品質の安定化・信頼性の確立を通じた市場の活性化に向け、平成26年9月には、「下水汚泥固形燃料に係る日本工業規格（JIS Z 7312）」が制定されたところである。

(3) 地域バイオマス受け入れ

下水汚泥のエネルギー利用に当たっては、地域に存在する生ごみや剪定枝、刈草、し尿等のバイオマスを既存の下水処理場を活用して効率的に集約することで、中小規模の下水処理場においても効率的にエネルギー利用等を実施することが可能となるとともに、電力・農業等の分野での地方の産業・雇用の創出へ貢献することが期待される。

平成29年10月には、豊橋市中島処理場バイオマス利活用センターが稼働を開始した。ここでは、家庭から出る生ごみの分別収集を導入し、下水汚泥およびし尿・浄化槽汚泥と集約してメタン発酵させ、発生するバイオガスをガス発電によりエネルギーとして活用（一般家庭換算で約1,890世帯分の電力相当）するとともに、消化汚泥は固形燃料として利用し、100%エネルギー化を実現している（図-5）。

(4) リン資源等の農業利用

下水汚泥には、多量の肥料成分や有機物が含まれており、適正な施用を行うことによって土壤改良材や肥料として十分な効果を有することが明らかになっており、平成27年度においては、乾燥重量ベースでは約15%が緑農地利用されている。

下水汚泥を緑農地に利用する場合の形態としては、コンポスト化汚泥に加え、脱水汚泥、乾燥汚泥、焼却灰等が挙げられる。このうち、コンポスト化汚泥は、汚泥が質的に改善されており、取り扱いやすく、発酵処理の際に減菌・安定化する利点があるため、有効利用促進の観点からコンポスト化の意義は大きい。

また、最近では、全量を輸入に頼っているリンについて、その枯渇が懸念されていることや食料需要の増大および産出国による輸出制限のため国際相場が乱高下しており、下水および下水汚泥中に含まれるリンを回収し、肥料や肥料原料として活用する取り組みが注目されているところである。

4. 国の取り組み

(1) 下水汚泥エネルギー化技術ガイドラインの策定

国土交通省では、下水汚泥のエネルギー利用を推進するため平成23年3月に策定した「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン（案）」について、その後の技術動向等を踏まえ、平成27年3月ガイドライン（改訂版）を公表した。本ガイドラインは、地方公共団体等が下水汚泥エネルギー化技術の導入を検討する際に必要となる情報を集約したもので、下水汚泥エネルギー化技術の導入事例等の基礎的情報、導入検討の考え方や導入のケーススタディ等を取りまとめている。

平成30年1月には、下水汚泥からの水素製造

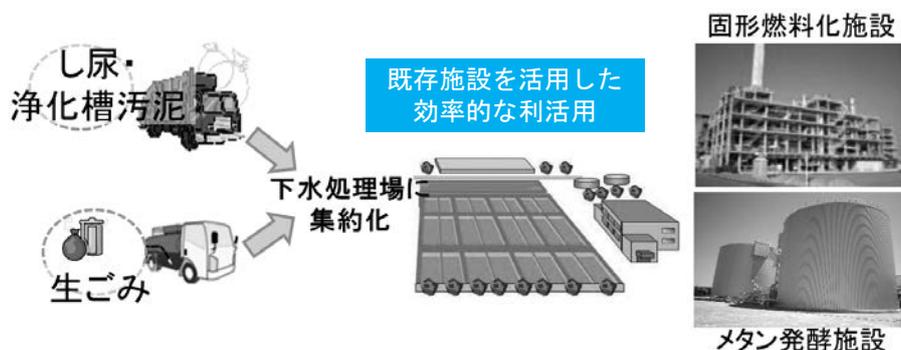


図-5 豊橋市における下水汚泥と地域バイオマスの利活用のイメージ

技術についての記載を本ガイドラインに追加するとともに、最近の技術動向を反映した改訂版を公表したところである。

(2) 下水処理場の地域バイオマスステーション化の推進

国土交通省では平成29年3月に、地域バイオマス受け入れを事業化するに当たり、必要となる関係者との調整・手続き等の情報、既往の実施事例等を併せてマニュアルとしてとりまとめたところである。また、平成30年1月には「下水汚泥利活用推進検討委員会」を立ち上げ、この中で、下水汚泥利用の広域化や地域バイオマス受け入れ促進方策、最適な下水汚泥有効利用の導入に向けた方策等についての検討を進めていくこととしている。

平成30年度は、地域バイオマスの集約利用を検討している地方公共団体に対し、課題に対する助言や環境部局等関係部局との意見交換会の開催等を支援する「下水道エネルギー拠点化コンシェルジュ事業」を開始した。

(3) BISTRO 下水道

平成25年8月より、「BISTRO 下水道」と称して、食と下水道の連携強化に向けた取り組みを推進するべく、国土交通省と日本下水道協会が事務局となり、先進的な取り組みを行っている地方公共団体等の参画を得て、「BISTRO 下水道推進戦略チーム」を結成した。「BISTRO 下水道推進戦略チーム」は、下水道資源を利用して栽培した食材の収穫量の増加や食味(うま味)の向上事例、

肥料の安全性、肥料コストの削減や地域活性化への貢献、レシピなどをとりまとめた「BISTRO 下水道パンフレット」を公表しているほか、定期的に会合を開催し、優良事例の共有や下水汚泥肥料への理解を深める取り組みを進めていくこととしている。

また、下水道発食材について「イメージ向上に資するとともに、国民に親しまれやすい」ことを目指し、平成29年4月に愛称を「じゅんかん育ち」に決定した。農業生産者や一般消費者等幅広い主体と連携を進めるとともに、「じゅんかん育ち」の安全性と食材としての魅力をPRしていくことで、下水汚泥肥料の利用を一層促進していく(写真-1)。

(4) 下水道革新的技術実証事業(B-DASH¹⁾プロジェクト)

B-DASH プロジェクトは、平成23年度より開始しており、下水道が有する資源・エネルギーを徹底的に活用するとともに、コストの削減等を実現する革新的技術について、国土交通省が主体となって、実規模レベルのプラントを設置して技術的な検証を行い、ガイドラインをとりまとめ、全国の下水道処理場等への導入を促進することを主な目的としている。加えて、実証プラントは海外からの視察にも活用する等、水ビジネスの海外展開に対する支援にも活用することとしている。また、平成30年度は、高純度ガス精製等による効率的エネルギー化技術も実証予定であり、今後も着実な実証事業の実施を図るとともに、実証技術の水平展開を推進していく。



写真-1 下水道発食材「じゅんかん育ち」のPRを全国で展開

(5) 予算・税制等

① 下水道エネルギー・イノベーション推進事業の創設【平成30年度新規】

下水道の資源・エネルギー利用の推進を図るため、下水道施設のエネルギー拠点化を推進する事業について、計画策定から資源・エネルギー利用に係る施設整備までを総合的に支援するため、下水道の資源・エネルギー利用に資する各基幹事業を統合した「下水道エネルギー・イノベーション推進事業」を平成30年度より創設する。

② エネルギー対策特別会計関係【平成30年度より国交省連携】

環境省がエネルギー対策特別会計における補助・委託等事業として、平成30年度より「地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業」を国土交通省連携事業として実施することとしている。この中で、下水汚泥等の廃棄物バイオマスのエネルギー利用等による地域の資源循環の高度化および低炭素化に資する取り組みについて、実現可能性調査及び事業計画策定に対して補助することができる。

③ 省エネ再エネ高度化投資促進税制【平成30年度新規】 ※経済産業省主管

再生可能エネルギーについて、FITからの自立化や長期安定発電を促進するため、これに大きく貢献する先進的なバイオマス(下水汚泥を含む)利用メタンガス製造装置等の再生可能エネルギー設備または付帯的設備を取得・建設し、1年以内に事業の用に供した場合、特例措置を適用する(所得税・法人税等)。

(6) 固定価格買取制度

平成24年7月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が施

行され、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が開始された。本制度においては、下水汚泥を含むバイオマスを用いて発電された電気も再生可能エネルギーとして買取対象となっており、今後、本制度を活用した再生可能エネルギーの導入拡大が期待される。電気事業者による買取価格・期間については、再生可能エネルギー源の種類や発電設備の規模等に応じて、中立的な第三者委員会(調達価格等算定委員会)の意見を受けて、経済産業大臣が毎年度定めることとされている(平成30年度は、バイオマス由来メタン発酵ガスについては調達価格39円、調達期間20年。一般廃棄物その他バイオマスについては17円、20年となる)。

5. おわりに

本稿では「下水道イノベーション～“日本産資源”創出戦略～」として、下水汚泥の資源・エネルギー利用について紹介を行った。下水汚泥の有効利用に関する諸課題の解決に向けて、地域特性に応じた適切な汚泥の有効利用の検討や、新技術の導入など、さまざまな分野における総合的な対策が進められているところであり、国土交通省としても、案件形成に向けたさらなる支援を進めてまいりたい。

今後、下水汚泥の資源・エネルギーとしての活用が加速し、下水道施設のエネルギー拠点化と農業生産性向上につながるとともに、下水道「日本産」資源を地域の活性化のために有効利用する取り組みが進展していくことを期待している。

1) B-DASH : Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High technology