下水道の付加価値向上と地方創生

下水汚泥は〝宝の山〟

グローバルウォータ・ジャパン代表（国連テクニカルアドバイザー）吉村　和就

「水とエネルギーと食料の三位一体」で有効活用

2017年度末における日本の汚水処理人口普及率は90・9％となり、各処理別にみると、下水道によるものが1億31万人（普及率78・8％）と初めて1億人を突破した。その他、下水道法上の農業集落排水施設等によるものが34・4万人（同2・7％）、コミュニティ・プラントによるものが21万人（同0・2％）、浄化槽によるものが1175万人（同9・2％）となっている。このように下水道に係わる先人のたゆまない努力により「世界に誇れる衛生的な日本」を作り上げてきたのだ。しかしその下水道は重大な危機に直面している。

下水道の本来の目的「汚水の処理と雨水の排除、都市の健全な発達および公衆衛生の向上」から、下水道政策は新しい時代の動きに、いかにマッチさせるかが問われてきている。

しかし、その足下をみると大きな壁に直面している。①人口減少化社会での資本投下減少②自然災害への対策・対応（大地震の発生、局地的な集中豪雨の頻発）③国や地方公共団体等の厳しい財政状況④下水道インフラの老朽化、その更新費用やメンテナンス費用の増大などである。今までの下水道は巨大な資本を投下することによって成り立ってきたが、これからは過去に投資した下水道処理システムから、いかに付加価値を生み出すかが問われている。今回は下水道のポテンシャルを活用し、地方創生（新産業の創出と雇用の促進）について提案してみたい。

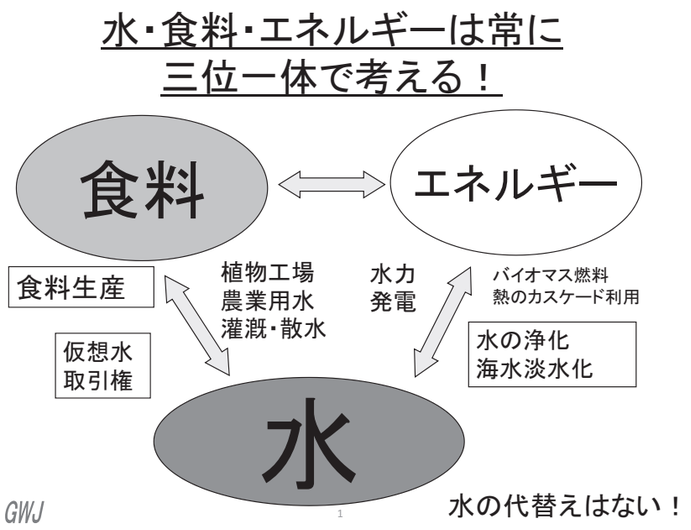
人口減少化における既存下水道資産の活用

日本の汚水処理システム（下水道、農業集落排水処理、浄化槽など）は、先に述べたように各々の場で活躍してきたが、国内の汚水処理システムは共通の課題に直面している。人口減少に伴う処理対象水量の減少、必要な処理能力の稼働率の低下、使用料金収入の低下、老朽化による改築・更新費用の増加などから持続可能性が難しくなっている。誰が考えても、汚水処理の統合化、汚泥処理の統合化は避けられないのが事実である。これからは汚水処理の主役である下水処理場（全国約2200カ所）をフルに活用し汚水処理の効率化を図るべきである。これらについてはすでに多くの下水道関係者から提案され、汚泥の集中処理やビストロ下水道構想、MICS事業などで実践・実証されているシステムも多い。さらなる広域化・統合などで下水道資産の活用に拍車をかけて欲しい。

下水道の付加価値向上と地方創生

地方創生に資する下水道資源は①処理水の活用（工業用水、農業用水、都市用水、環境修復用水）②エネルギー資源（メタン発酵による発電、乾燥汚泥による燃料資源）③農業資源（下水汚泥の肥料化、リンの回収、窒素肥料、土壌改良剤）、④熱の利用（下水熱回収、融雪用水）⑤炭酸ガスの利用（植物工場、作物の加速栽培）などがあり、すでに実施、または実証中である。

筆者の提案は、これからの下水道資源の活用は「水とエネルギーと食料の三位一体」で考えなければならない。今までの下水道資源の活用は、大都市の大規模なシステムで実施され成果を上げてきたが、前述のように、人口減少下のこれからは、資本投下が少なくて済む地方創生に合致した個別分散型システムの活用が必須である。以下に一例を紹介する。



下水汚泥の亜臨界水処理

脱水された下水汚泥を亜臨界水反応槽に投入し、180℃、12気圧で30分間処理すると、微細化された含水率15～20％の乾燥汚泥が得られる。

亜臨界水処理された乾燥汚泥の肥効性比較は、従来の下水汚泥コンポストより2～4倍の成長を示している。汚泥中の肥効成分が亜臨界水処理により低分子化され作物への吸収が良いと思われる。

下水汚泥メタン発酵の前処理に最適な亜臨界水処理

現在、汚泥量の多い大きな下水処理場では、再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）によりメタン発酵で発電し収入を得ているが、汚泥を亜臨界水処理で前処理（20～30分／バッチ処理）をすると発生メタンガスが約2倍に増加する試験結果が出ている。亜臨界水処理にて低分子化された有機物がメタン菌に吸収分解されやすくなるからである。このように亜臨界水処理は下水汚泥のもつポテンシャルを最大限に引き出せる技術である。

亜臨界水処理で和牛の飼料製造――エースクリーンの挑戦

北海道北見市のエースクリーン（中井英治社長）は、下水汚泥ポンプ場の清掃など廃棄物の収集・運搬、中間処理を手掛ける企業である。

本邦初の面白い挑戦をしている。G8インターナショナルの亜臨界水処理装置を採用し、道内の木質資源（シラカバ、ヤナギなど）から和牛の餌を生産している。14年から帯広畜産大学等の指導を受け、黒毛和牛17頭を飼育し、良好な結果を得ている。その地域の有機資源で安全で安価な飼料を提供できれば、その地域の林業や畜産業の活性化、さらに食料自給率の向上につながり、まさに地域創生である。エースクリーンではさらに道内のあらゆる有機資源から飼料生産と給餌の実証試験を続けている。

微生物はウソをつかない――共和化工の挑戦

創立60周年の中堅の水処理企業だが、常に地方創生に向けて新しい試みに挑戦している共和化工（東京都品川区、吉村俊治社長）に注目している。「微生物はウソをつかない」をモットーに全国5カ所（南砺、高知、長崎、佐呂間、堺市）にコンポストセンターを自社で建設、下水汚泥や家畜ふん尿、農作物の残渣、給食センターの残渣などを受け入れ、独自のシステム（超高温好気性菌）を使い90～110℃で発酵させるため完熟肥料として肥効性が高く、地元の農家や園芸家から高い評価を得ている。全国のコンポストセンターは売れ残りや臭いの問題で迷惑施設になっているのと大違いである。国交省初のDBO方式で、ビストロ下水道で有名な下水汚泥堆肥化施設（佐賀市）も共和化工のシステムである。同社の環境微生物学研究所（町田市）ではリアルタイムPCRを用いて微生物などの測定を行い、さらなる農作物の成長、栄養価の向上に取り組んでいる。また同社の肥料で育成された農作物を提供する和食レストラン「和響」（品川区五反田）も展開している。

おわりに

全国2200カ所の下水処理場から、毎日多くの下水汚泥が排出されている。下水汚泥は最高の有機資源であり、宝の山である。新しい技術の採用で地域創生の主役になれる可能性を秘めている。繰り返しになるが「水とエネルギーと食料の三位一体」のポリシーに基づき、汚水の浄化はもちろん、地産エネルギーの創出、さらに、地域の農産物・果実などへの栽培で、どんな肥料が必要かなど、地域に根差した個別分散型のシステムはどうあるべきか、固定観念を捨てて新しい技術開発とともに地域創生に貢献する果敢なる取り組みに期待したい。

参考：下水道展19横浜出展情報▽G8インターナショナル（ブース・C549）▽共和化工（ブース・C550）

亜臨界水処理による汚泥処理――G8インターナショナルの挑戦

亜臨界水処理技術は、古くから使われている技術で、有名なのはコーヒー豆からカフェインを取り除く（デカフェ）処理である。具体的には温度200℃以下で圧力20気圧以下の水蒸気を反応槽に注入し、亜臨界状態の水の加水分解力で、低分子化する技術である。タンパク質はアミノ酸へ、セルロースは糖類に、脂肪は低級脂肪酸に分解される。もちろん高温・高圧で処理するために、腐敗菌やウイルスは死滅、臭い成分も分解される。このシステムには多様なバイオマス資源が活用できる。それらの市場規模は、表の通りである。

G8インターナショナル社製の亜臨界水処理装置の納入実績は、日本で2基、台湾2基、中国2基、マレーシア2基の計8基（4カ国）である。

（1）下水汚泥は最高のバイオマス資源である。バイオマス資源の活用において、重要なのは収集運搬コスト低減と資源の存在密度である。他のバイオマス資源は点在しており、季節変動が大きく、質も変動する。また貯留すると臭いの発生など資源量は多いものの問題も多い。その点、下水汚泥は管理された処理場で集中処理ができ、最適なバイオマス資源である。しかしながら下水汚泥だけでは資源量が不足するので、表に示したようなバイオマス資源や浄化槽汚泥などを添加し安定量を確保することが必要である。

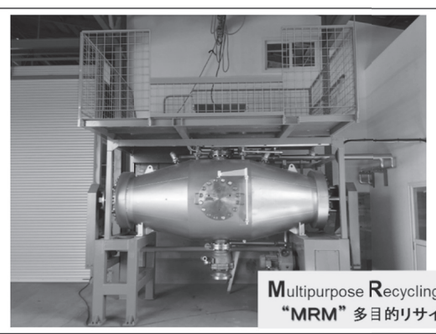
表　バイオマス資源の市場規模（推計）

バイオマス種別	国内年間発生量	年間市場規模／試算
家畜糞尿	8200万トン	約800億円
食品残渣	1200万トン	約1200億円
林地残材	400万トン	約2000億円
下水汚泥	217万トン（乾物重量）	約1000億円
総計	約10,017万トン	最大5000億円

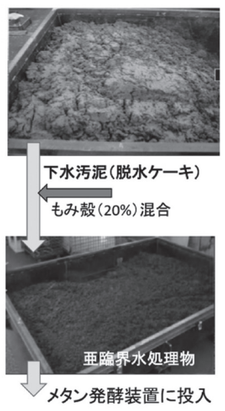
水の安全保障戦略機構にて中央大学研究開発機構　松下潤教授による講演より

G8 INT社 亜臨界水反応処理装置

有機物を圧力容器内で温度120～200℃、圧力12～20気圧の高温高圧の飽和蒸気の中で撹拌処理すると加水分解反応が生じ低分子化する。

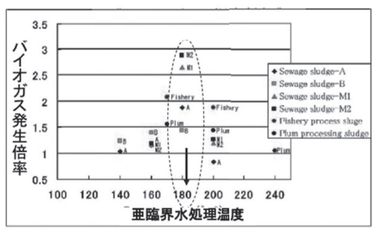


ソリューション❸：下水汚泥メタン発酵（MRM亜臨界水前処理効果）



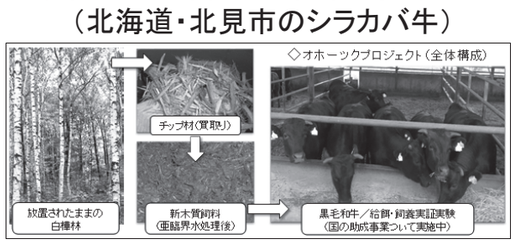
MRM亜臨界水前処理効果（下図）

○バイオガス発生量の増量効果___1.5-2.8倍
（最適処理条件）
処理温度180℃／圧力12気圧@処理時間30分
○酸生成工程短縮，消化率向上・残滓減少効果



《下水汚泥処理実証実験：JICA/2010年》

木質から飼料への実証事業モデル
（北海道・北見市のシラカバ牛）



- 事業主体：地元廃棄物処理業者（㈱エースクリーン）
- 亜臨界水反応装置（バッチ式）：2m³圧力容器
  （温度190℃，圧力13気圧，処理時間30分）
- 黒毛和牛17頭の飼養実証：2014年~2015年（235日間）
- 新木質飼料の品質：病原性微生物や有害物なし
  可消化成分TDN＝32%，そのうち繊維分画＝72.5%
- 増体重効果：従来飼養法＝0.53kg/日，新木質飼料＝0.58kg/日

資料提供：株式会社エースクリーン

亜臨界水領域の高温・高圧水蒸気を活用
MRM亜臨界水反応資源再生装置
有機性廃棄物を安全に処理し、資源として再活用（資源循環）

G-8 INTERNATIONAL TRADING株式会社
〒254-0807　神奈川県平塚市代官町9-26　M宮代会館2F　TEL0463(25)0969
E-mail:info@g8inter.co.jp　http://g8inter.co.jp/