

ビストロ下水道は世界を救う

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



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

現・下水道法が1959年に施行されて以来、都市の健全な発展、国民の公衆衛生の向上及び公共用水域の水質保全を目的として、経済の発展とともに下水道整備が進められ、2019年での全国・下水道の人口普及率は80%に、都市部ではほぼ100%に達している。この下水道がいま注目されている。下水道は、バイオマス資源の宝庫なのである。なぜ宝庫なのか、下水は住民が存在する限り毎日排出され、全国2200カ所の下水処理場から排出される下水も年間140億tに達する。しかも、そこから発生する下水汚泥は、バイオマス資源の欠点である広域分散型資源ではなく、下水処理場に配管を通じ集約される最高の高密度型バイオマス資源なのである。では具体的にみてみよう。

の約8割がたんばく質やセルロースなどの有機物(バイオマス)であり、残りの2割は無機物で、ケイ素、カルシウム、リンなどが含まれている。

下水汚泥の直近の発生量は、年間約230万t(乾燥重量)・DS、2018年度)に達し、約75%がリサイクルされ、大部分は建設資材(セメント化)や埋立処分されている。バイオガスや固形燃料としてのエネルギー利用は約23%、肥料などの緑農地利用は約10%にとどまっている。今回は下水汚泥の8割を占めるバイオマス資源を活用した「ビストロ下水道」を紹介する。

下水道が有する多様な資源・エネルギーの活用

下水道が有する資源・エネルギーは大きく4項目に分類されている。

①下水処理水の利用では、環境修景用水やトイレなどの洗浄水や雑用水に、②下水熱の利用では、空調の熱源、雪国の融雪用水、③脱水汚泥の利用では、乾燥し固形燃料化、焼却による建設資材

化、コンポスト化による緑農地還元、最近はリンの回収も、④消化汚泥工程から排出されるバイオガス(主にメタン)利用、ガス精製工程を経て得られる高純度メタンは天然ガス(CNG)自動車の燃料や都市ガスへの混入、さらにガス改質を行い燃料電池用・水素燃料としての研究も進んでいる(図1)。

(1)下水道ビジョンの動き

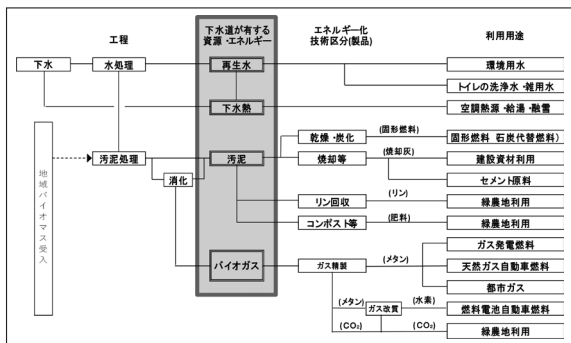
——資源化の促進

2000年代から国土交通省が発表した「下水道ビジョン」では、持続可能な循環型社会を構築する「21世紀型の下水道」が提唱され、下水道汚泥の資源化について、多くの施策が展開された。2013年には、下水道資源の農業利用に向け、後述する「BISTRO下水道」が開始され、その安全性や効果の分析、農業関係者との連携が促進された。

2014年「新下水道ビジョン」では、下水汚泥を資源やエネルギー源として有効利用する試みが全国的に展開。さらに2015年9月に閣議決定された「第4次社会資本整備重点計画」において

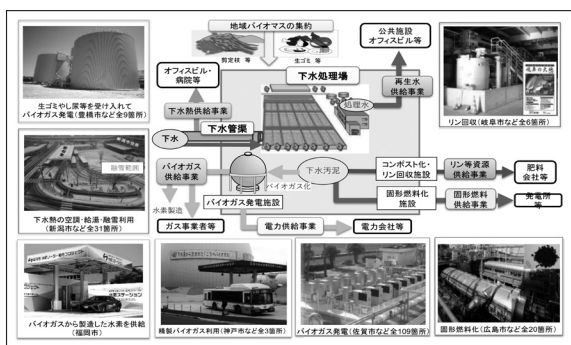


図1 下水道資源とその利活用



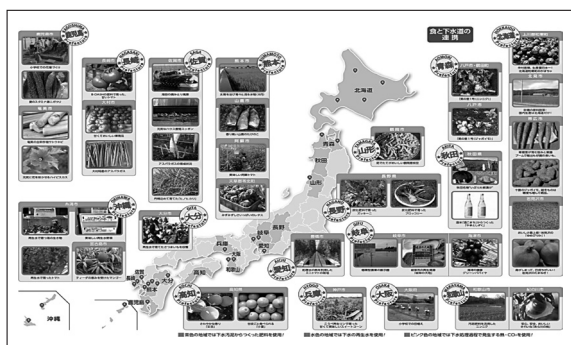
提供：国土交通省下水道部講演資料

図2 下水道が有する多様な資源・エネルギー



提供：国土交通省下水道部講演資料

図3 下水道資源を活用して栽培した作物



提供：国土交通省下水道部講演資料

(1) 下水汚泥で食材を育成、重金属等の問題はないのか
 有機物がリッチな下水汚泥を肥料化(コンポスト化)することは、自然界の物質循環からすると最も理想的であるが、多くの課題が残されていた。
 ・重金属や界面活性剤、農薬などの含有
 ・病原菌、ウイルスの含有
 ・臭気発生や取り扱いの不便さ
 これらの問題を、総合的に解決する方策として1990年代から下水汚泥の建設資材化(セメント

「下水汚泥のエネルギー化率」を指標に設定(2013年の約15%を2020年までに約30%に引き上げ)した。これを受け国土交通省は「下水道リノベーション推進総合事業」を創設、下水道施設を地域活性化の拠点として、リノベーションを行う自治体に対し、計画設定から施設整備まで、財政支援を含む一体的な支援を行った(図2)。

(2) 下水道汚泥広域利活用構想
 持続可能な下水道事業の運営に
 向け、2018年1月に汚水処理関係4省(総務省、農林水産省、環境省、国土交通省)にて、「広域化・共同化計画」の策定に着手、2019年3月には都道府県構想の一部として、地域バイオマスの受入れを含む下水道汚泥の広域利活用に関する計画策定手順を取りまとめた「下水汚泥広域利活用マニュアル」を公表している。それによると2022年度までに全都道府県が主導し、関係市町村と調整の上でとりまとめを行い、事業実施のスケジュールを盛り込んだ

「広域化・共同化の計画」を作成することになっている。
BISTRO(ビストロ)
下水道とは
 ビストロ下水道の定義は広く、「下水道から出てくる資源、すなわち下水処理水、汚泥、熱、炭酸ガスなどを活用し、食材や植物・養殖などを生産する取り組み」の総称である。
 では具体的にみてみよう。

(1) 下水汚泥由来の肥料活用
 ビストロ下水道の主役であり、多くの自治体や民間、農家で栽培されている。北海道では、カボチャ、ビート大根、長いも、ジャガイモなど、青森県ではニンニク、ジャガイモなど、秋田県では大根(いぶり大根用)、水稲、長野県ではズッキーニ、ブロッコリー、愛知県ではトマト、神戸市ではスイトコーン、紀の川市では桃、高知県ではイチゴ、鹿児島県ではニガウリ、佐賀県ではアスパラガスなどが栽培され全国でビストロ下水道が活躍している(図3)。

化)が急増した。

(1)2 重金属の含有は極めて低い
ビストロ下水道の普及で一番、心配されたのは汚泥中の有害物質、特に重金属の存在であった。昭和50年代と比べ、最近の下水汚泥の分析では、含有を許される有害成分の最大量の1/6から1/30と極めて低い値を示している。

(1)3 肥料の安全性については

• 肥料取締法に基づく公定規格(基準値)を取得し登録、登録後も基準値を満たしていることを確認するために定期的にモニタリング実施

• 独立行政法人・農林水産消費安全技術センターによる抜き打ち立ち入り検査

• 事業者は、原則として四半期ごとに1回以上、年間で平均4回以上のサンプリング検査を実施
• 検査結果をホームページなどで公表、また年1回以上ユーザーへの説明会を開催するなど使用者や消費者の方々に安心感を持っていただくために安全管理を徹底している。

(2)ビストロ下水道で栽培すると収穫量増大、経費節減となるのか

佐賀市のアスパラガス農家では、2013年5月から下水道由来の汚泥肥料の使用を開始。その結果、収穫量は1万4611kgと前年度比で123%にアップ、その後も収穫量は増加。農薬や肥料代は2015年には30万円まで減り、2013年時と比べ70%の削減となった。一方、下水道汚泥由来の肥料の利用者も2011年度1680人から2015年度には3120人となり185%増加している。試験栽培で得られた下水汚泥由来の肥料を活用した施用効果は表1の通りである。

(3)発展途上のビストロ下水道

——鶴岡BISTRO下水道の例

全国各地でビストロ下水道による試験栽培や実証が行われているが、地域により栽培作物や、その市場性について大きく異なっているため試行錯誤が続いている。例えば山形県鶴岡市では、2014年度国土交通省の下水道技術研究開発公募(GAIAプロジェクト)に採択された機会を通じ、他分野の専門家が知恵と工夫を持ち

表1 下水道由来の汚泥肥料の施用効果

実施団体	施用効果のあった栽培作物
国土交通省	人参(38%増)、カブ(32%増)、イチゴ(33%増)
日本下水道協会	チンゲン菜(即効性の窒素が収量を増加させる)トマト(化学肥料より高い糖度が得られた)
秋田県	コメ(粒が大きく食味が向上、収量増)枝豆(土壌の団粒化・軟化、食味の向上)ソバ(実の付き方向上、土壌の団粒化・軟化に効果)
山形県鶴岡市	飼料米(成長促進、収量増加)
神戸市	下水汚泥中のリン回収、都市型肥料として多品種に活用
佐賀市	高温発酵堆肥化肥料でアスパラガス、ピーマン、レンコン栽培 下水処理水の窒素成分は有明海のノリ養殖に大きな効果

表2 鶴岡BISTRO下水道の共同研究体制

主たる実施体	活動内容
鶴岡市	総括および資金調達・施設整備・広報
山形大学農学部	栽培に関する調査・研究・実施
JA鶴岡	栽培の指導・利用・市場の可能性調査
地元の農家	地元に適した農作物の栽培
日水コン	全体運営・報告書の作成
水ing	消化ガス発電と余熱利用・制御
東北サイエンス	施設の維持管理・巡回・記録

寄る共同研究体制を立ち上げ大きな成果を上げている(表2)。

山形大学農学部の渡部徹教授と共同でされた「下水処理水再利用による飼料米栽培」の実証試験で、最初は食用米「はえぬき」を栽培、稲の生育は順調で、下水処理水中の窒素約90%が除去された。しかし慣行の施肥量では窒素過多で、過繁茂となり、食味が落ちる(食用米の旨さは糖質が主体)との結論にいたった。そこで飼料米「べこあおば」に切り替えて栽培、下水中の窒素過多でも稲が倒伏しない、家畜に好まれるたんばく質

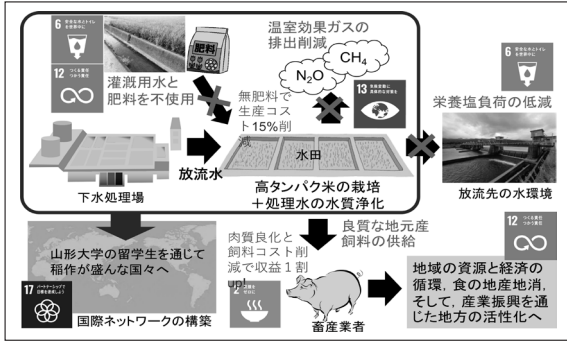
の増加、水温(下水処理水は通常、気温より5~10℃高い)などを十分に活用している。

経済比較では、飼料米は単価が安く、食用米にかなわないが、肥料代が無料、政府の農業施策による飼料米向け補助金(収量に依り5・5万円/10・5万円/10a)が見込まれるので、同等かそれ以上の採算性が得られる見通しである。

鶴岡市のさらなる「ビストロ下水道」開拓の試みは、下水処理水の残留栄養分や水温を利用したアユの養殖である。下水処理場の敷



図4 下水道処理水灌漑による高タンパク飼料米の栽培



提供：山形大学農学部 渡部徹教授講演資料

地内に素掘り池(約50㎡)にシートを張りアユ1万匹を養殖、魚類はアンモニア性窒素に弱いので、事前にクレソンや水生植物に下水処理水中の窒素を吸収させ、窒素濃度を低減する実証試験中である。まさに自然界の物質循環の小型版の試みである(図4)。

(4) ビストロ下水道

——下水熱の農業利用例

先に述べたように、下水処理水は通常、気温より高いので直接・間接的に温室ハウスの空調に活用

できる。

・新潟市の農業用ハウス(うららこすこ)では、花卉栽培の温室の空調用(ヒートポンプ方式)として活用、従来のボイラー方式と比べ78%のランニングコストの削減、当然のことながら燃料を使わないので炭酸ガス発生量も削減され地球温暖化対策にも貢献できる。

・豊橋市の農業用ハウス(イノチオみらい温室)は隣接する豊川浄化センターから下水処理水を受け入れ、その熱源を活用しミニトマトを栽培(年間726t/年)し、化石燃料の使用量を3割以上削減する予定である。

ビストロ下水道の今後の発展施策

国産資源、地域資源として、省庁の枠にとらわれず、地域内の資源循環(地産地消)の推進、さらに農業分野とのマッチングを推進するために他の政策との整合性と協調性を模索している。

・「バイオマス活用推進基本計画(2016年9月)」では肥料化・リン回収の取り組み強化。

・「循環型社会形成推進基本計画(2018年6月)」では下水処理場をバイオマス活用の拠点とし、下水汚泥を化石燃料代替エネルギー源として活用する。

また、国土交通省が今まで展開していた「新下水道ビジョン」の加速として、①地域バイオマス・ステーション化への重点的支援、②地域特性に応じた下水汚泥による付加価値向上、③下水道由来の肥料の利用促進「じゅんかん育ち」のPRなどが挙げられている。特に地域バイオマス(生ごみ、刈草、家畜排せつ物、食品系廃棄物、し尿・浄化槽汚泥、農漁村集落排水汚泥、いわゆる下水汚泥を除いたもの)を下水道施設に取り入れ、循環型社会の構築を大きな目標に掲げている。

世界に貢献するビストロ下水道を目指して

国連の報告書「2020年版世界の食料安全保障と栄養の現状」によると世界人口が90〜100億人に増加が予想される中、この5年間で飢餓人口は6000万人増加し、2018年の飢餓人口

は約8億2000万人と推定している。飢餓人口が最も多いのがアジアで5億人以上、2番目はアフリカ、ラテンアメリカ、カリブ海諸国と続いている。

人口が急増するなか、2050年には現在の食料の1.7倍が必要との試算も出ている。飢餓の原因はさまざまであり、地域の紛争、水資源の不足、農業技術の低さ、生産、流通の悪さなどが挙げられているが、アジア地域は他の地域と比べ、水資源には恵まれているので、農業生産力を高めることが飢餓人口を少なくする大きな原動力になる可能性が高い。

日本が持つ農業生産力や、今回紹介したビストロ下水道で得られたノウハウや技術をアジア諸国に伝え、アジアの人々が持続可能で安定的に収穫できる農業の仕組みを、協力してつくり出すことが急務である。日本発のビストロ下水道の世界展開は、世界的な目標SDGs第2項目「飢餓をゼロに」の大きな試金石となるだろう。

国内でしっかりビストロ下水道技術を実証し、まずは飢餓に苦しむアジア地域に普及することを真に願っている。W