

下水資源の新たな可能性 ～植物栽培実証実験～

新潟県 土木部 都市局 下水道課 流域下水道係長 はっとり 服部 しのぶ 忍

1. はじめに

下水道は、365日休み無く動き続ける重要な社会インフラの一つですが、近年、下水そのものが持つ熱や処理過程で発生するバイオガスや汚泥がエネルギー源として脚光を浴びており、資源の循環とエネルギーの利活用を目的としたさまざまな試みが全国各地で行われています。

新潟県では以前から大学や民間企業と連携し下水資源の利活用について研究を進めてきました。昨年度より、全国初の試みとして、下水熱・バイオガスなど下水資源を総合的に利用した植物栽培の実証実験を行っていますので、その取組みについて紹介します。

2. 実験開始に至った背景 (長岡技術科学大学との連携)

新潟県では、地元の長岡技術科学大学（以下、「長岡技科大」という。）の姫野准教授の提案により、過去10年にわたり、下水処理場で発生するバイオガス（消化ガス）の利活用について、さまざまな実験・研究を行ってきました。平成21年に始まった小型消化ガス発電機の開発では、当初長岡技科大、土木研究所との共同研究で開始しましたが、途中で県内企業も参画し、県が管理する

流域下水道の2つの処理場で研究を重ね、無事、県内企業により商品化されました。この発電機は、流域下水道の6つの処理場に導入されたほか、現在では北海道から沖縄までの全国数十カ所で導入されており、一部は売電（FIT）やPFI事業の基幹施設として利用されるなど、「にいがた発」の技術として発展を続けています。

その後、平成27年度に長岡技科大の姫野准教授より次なるプロジェクトとして提案があったのが、今回紹介する植物栽培の実証実験であり、下水資源の更なる可能性として、消化ガス発電に加え、消化ガスから分離したCO₂および下水処理水の熱エネルギー等を総合的に利用し、農業利用につなげようというものです。

3. 実験概要

実験施設のある西川流域下水道の西川浄化センターは、新潟市の西部（西区、西蒲区）と燕市、弥彦村の汚水を集め、新潟県の流域下水道では一番新しく、平成14年度に供用開始した全体処理人口約15万人の処理場です（図-1）。

今回の実験では長岡技科大のほか、下水熱の回収技術や栽培環境型ハウスのノウハウを持つ県外企業など4者が参画していますが、今回新たに県側のチームとして、下水道以外の農業や植物の専門家が協力しているのが特徴です。各参画団体の

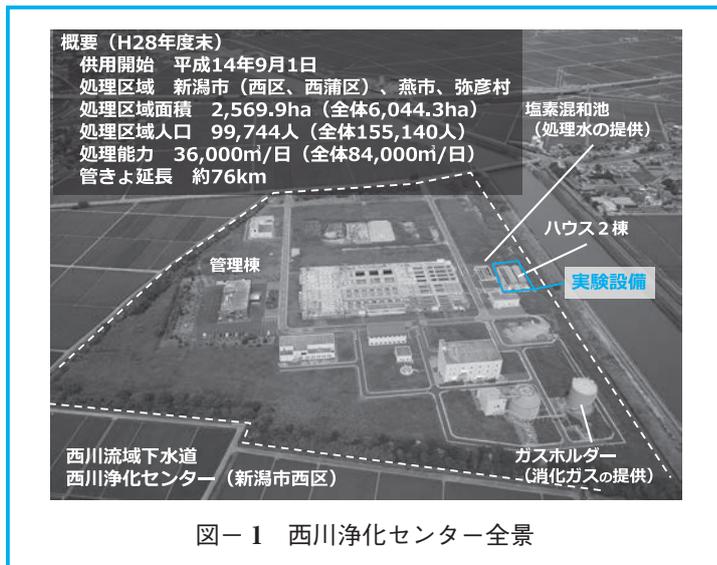


図-1 西川浄化センター全景

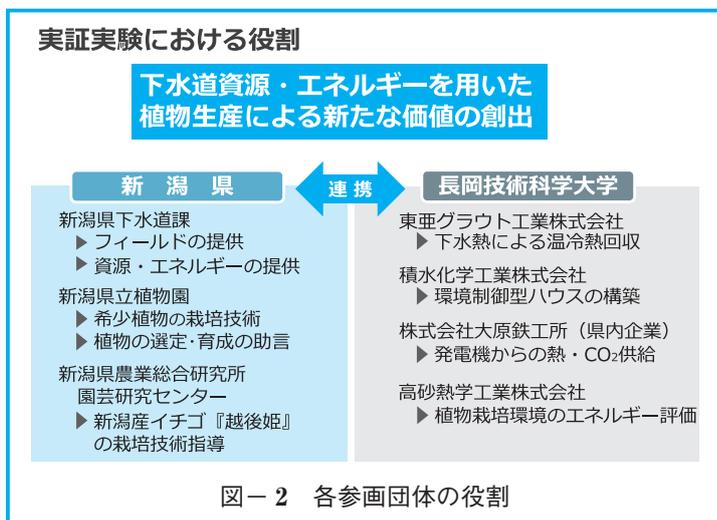


図-2 各参画団体の役割

役割は、図-2に示すとおりですが、植物栽培については、新潟県立植物園および新潟県農業総合研究所園芸センターの協力を仰ぎ、栽培植物の選定や栽培技術について助言を受け、図-3のとおり実験施設の構成が決定しました。

実験施設は、冷室・温室のハウス2棟 (1棟当たり、6×24m) と下水熱の回収装置、消化ガス発電機などで構成されています。下水エネルギーの総合的な利用において、処理水と外気温の差を利用した熱交換による冷暖房を行うほか、冷室ハウスには約12℃の冷水を供給します。消化ガスからは、発電した電力で各機器を駆動するほか、膜分離でCO₂を分離しハウス内に供給し、生育環境を制御します。また、予定では発電機の排熱や排ガスの利用も視野に入れています (図-4, 5)。

栽培植物は、冷室ハウスには、希少植物の梅花藻 (バイカモ)、ワサビ、新潟県のブランドイチゴである越後姫

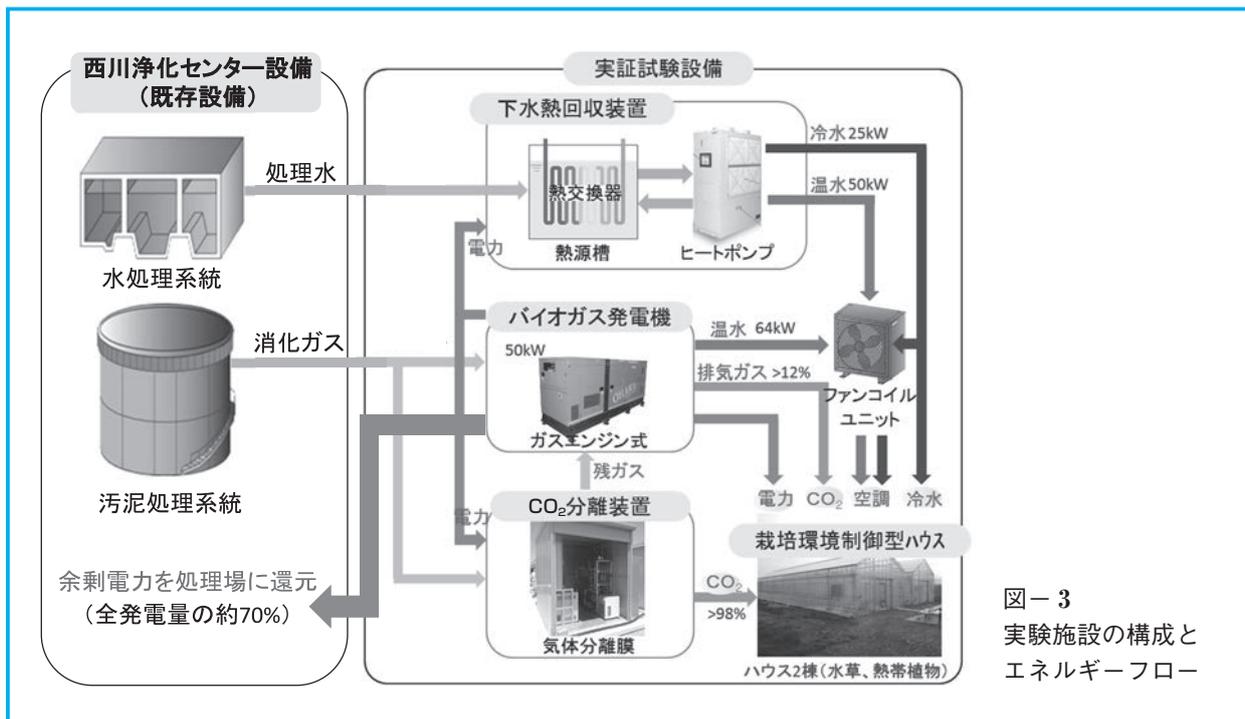


図-3 実験施設の構成とエネルギーフロー

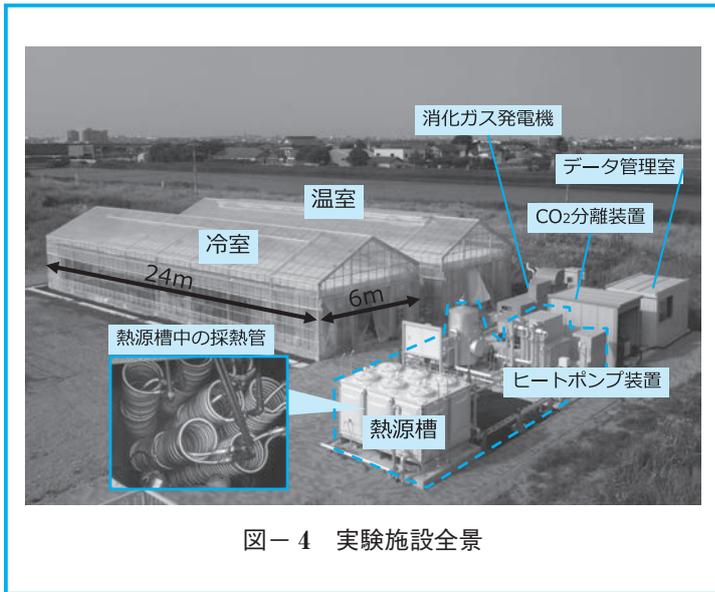


図-4 実験施設全景

を選定し、温室ハウスでは、県立植物園から提供を受けた、バナナやパッションフルーツなどの50種以上の熱帯植物を育てています。このうち、梅花藻は清流に自生する藻類で、カワゴケソウなどとともに三大栽培困難水草とも言われ、生育環境には冷たい急流の水や豊富なCO₂、十分な栄養塩が必要とされています。また、これまで人

工栽培の成功例がなく、栽培技術への挑戦としても貴重な実験であり、希少水草の栽培と下水エネルギーを組み合わせた本研究は、長岡技科大と土木研究所が共同研究者として、平成27年度に国土交通省の技術開発支援事業＝GAIA（ガイア）プロジェクトの採択を受けています。

4. 実験の経過

実験施設は、平成28年度は6月に完成し、国土交通省下水道部幹部や長岡技科大、関係市町村、報道機関を招いて見学会を行いました。その後、実験施設は順調に稼働し、水温やCO₂についてはほぼ想定どおり制御できましたが、冷熱ハウスにおいて、人工的に急流を作り出すために八角形の巡回水槽（図-6）で栽培している梅花藻については、生育環境の条件によっては藻の色が薄くなるなど、やや生育不良が見られ、人工栽培の難しさを実感

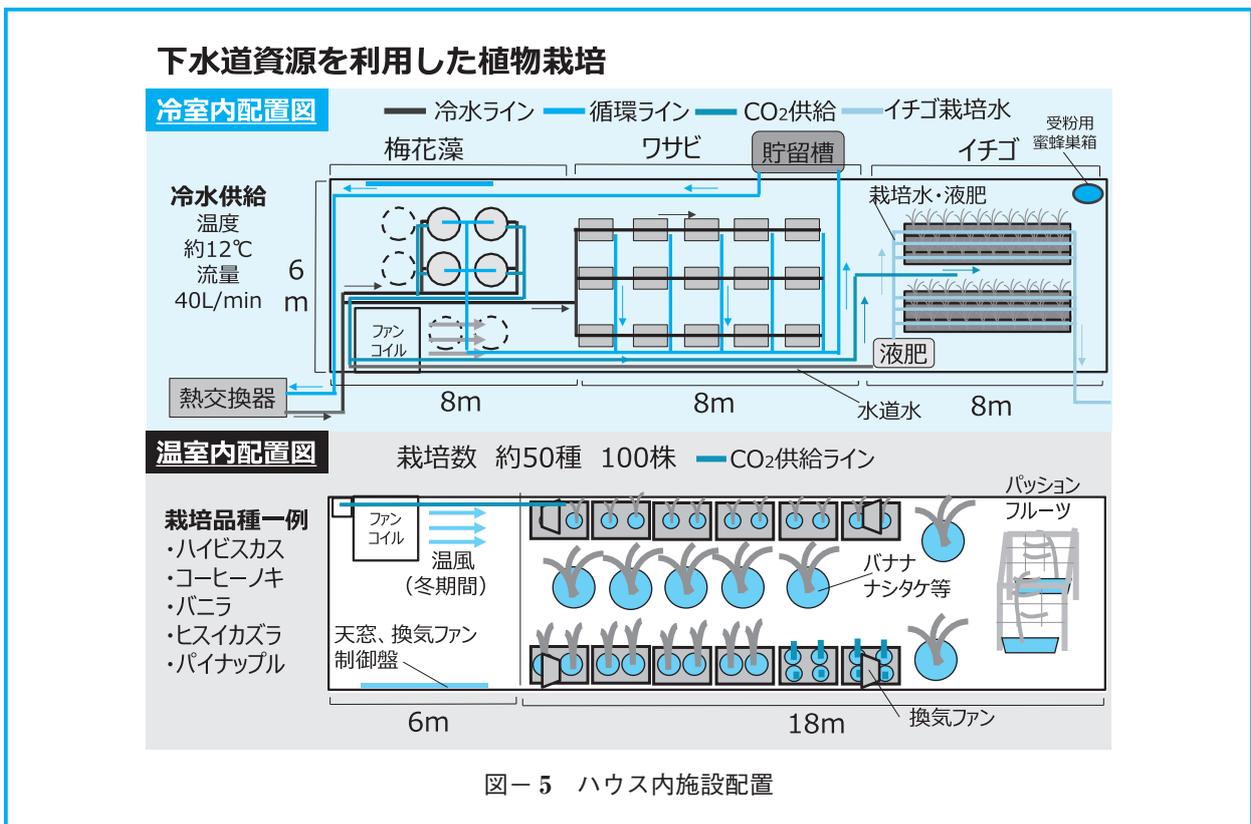


図-5 ハウス内施設配置

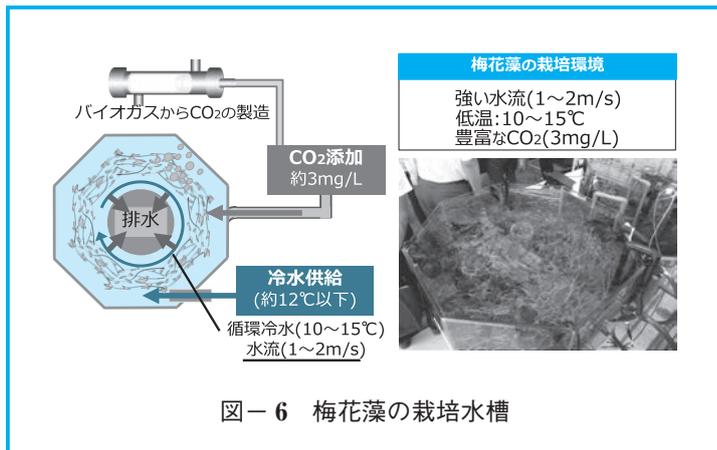


図-6 梅花藻の栽培水槽

ャルは、図-7のようになります。温熱利用に限って言えば、下水熱をわずか1℃回収することで、ロス無く利用できたと仮定した場合、実験施設と同じサイズのハウスなら最大250棟、面積にしておよそ3.6haの栽培が可能となります。この数字は、処理場の隣接地であれば、農業利用にかなり期待が持てる結果となりました。

5. おわりに

本実験の究極の目的は「下水道の資源・エネルギーで農業生産を行う」ことであり、実験で得られたデータを元に、処理場規模による下水資源・エネルギーのポテンシャルをモデル化することです。「下水道で農業生産を行う」といっても、下水道事業者が農業を行うのではなく、農業事業者が下水エネルギーを利用してもらうことを目指しています。そのためには、まずは農業事業者に関心をもってもらい、その上で、栽培しようとする作物とエネルギー

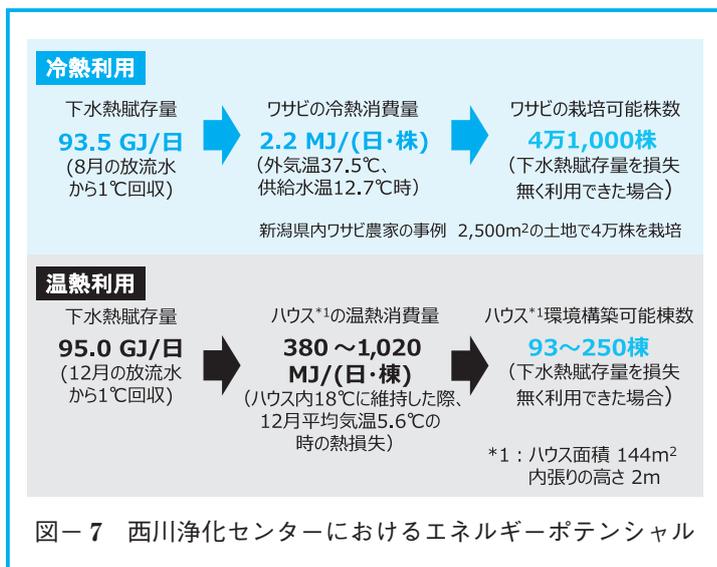


図-7 西川浄化センターにおけるエネルギーポテンシャル

しました。ワサビについては液肥を入れた循環水による生育が順調であり、イチゴについては2~4月に糖度10~13を有するイチゴを収穫することができました。

平成29年度は、冷水供給のユニットを3系統にし、梅花藻、ワサビ、イチゴそれぞれに適した水温・水質で制御を行うほか、梅花藻については土壌や水流を変えた施設で生育状況を確認します。また、イチゴについては、本来の旬より少し早く、クリスマスシーズンに合わせた促進栽培が出来るよう環境制御を行う予定です。

なお、これまでの実験で得られたデータを総括すると、西川浄化センター(処理水量日当たり平均22,000m³)の処理場規模で得られるポテンシ

ーポテンシャルとうまくマッチングさせる必要がありますが、実現に向けては、実験データの更なる積み上げや法手続の整理など、解決すべき課題がまだまだたくさんあります。

本実験は限られた施設の中で限られた植物の栽培ではありますが、是非、さまざまな分野の多くの皆様に施設を見ていただき、そこから新たな異分野とのコラボレーションが生まれることを期待しています。

最後になりますが、本実験の参画者の長岡技科大、企業の皆様には当県の下水道行政に対する多大なご協力、ご支援に感謝申し上げますとともに、実験の成果が、全国の下水道人の期待に応えうる結果となることを祈念して、紹介を終わります。