

## 小規模市町村の下水処理をグリーン化する 「ロハスの花壇」の社会実装研究

工学部

中野 和典 (なかの かずのり)

工学部 土木工学科 教授

1991年筑波大学大学院博士課程修了、博士(農学)取得。ドイツハンブルク・ハールブルク工科大学ポスドク研究員、筑波大学応用生物化学系助手、東北大学大学院工学研究科 准教授、日本大学工学部准教授を経て2015年より現職。環境生態工学を専門分野として、現在はグリーンインフラストラクチャー技術の開発に関する研究を展開している。



### 研究の背景と目的

本社会実装研究が目指すゴールは、日大工学部が開発した「ロハスの花壇」を多機能な代替下水処理システムとして30年後の小規模市町村に普及させ、低炭素・循環型社会の実現に貢献することです。

国土交通省の長期展望によれば、現在人口1万人以下の市町村の人口は2050年には半分以下になります。人口規模・密度の低下は住民一人あたりの行政コストを増加させるため、多くの小規模市町村において、浄化槽や下水道施設の維持・更新が難しくなることが懸念されています。一方で、気候変動の影響が顕在化しつつあり、今後のインフラの整備や維持管理には、地球温暖化の緩和と適応の両立が求められています。つまり人口減少社会に耐える費用対効果のみならず、低炭素かつ高いレジリエンス(災害に適応できる柔軟なしなやかさ)を有するインフラの導入が必要とされています。

このような気候変動と人口減少問題に直面する次世代の小規模市町村の下水処理に対する切り札となるのが、「ロハスの花壇」です。花壇等の緑化施設や農地を活用して廃水処理を行う「ロハスの花壇」は、緑化施設や農地に必要な水と肥料が廃水により賄われる仕組みです。つまり下水処理施設が、水の浄化機能はもとより、景観形成、大気浄化、抗ヒートアイランド機能等の緑化が有する機能や作物を生産する機能を併せ持つ多機能なグリーンインフラとなります。その運用に要する動力は廃水を汲み上げる揚水ポンプに必要な電力だけであり、再生可能エネルギーで駆動するエネルギー自立インフラとなります。さらに、ユーザーである住民が維持管理可能な簡易なシステムであることから、震災等に強い高いレジリエンスを有する持続可能なインフラとなります。

地方では、人口の減少によって遊休地が増加しつつあり、そのような土地の荒地化を防ぎ有効利用する観点からも、「ロハスの花壇」の導入は極めて合理的な方策となります。

このように下水処理施設を多機能なグリーンインフラへと昇華させる「ロハスの花壇」の有効性と合理性を国土交通省等の関係省庁や全国の小規模市町村の自治体にデモンストレーションすることが本社会実装研究の目的であり、本社会実装研究では、郡山市上下水道局と連携して「ロハスの花壇」を下水処理場内に設置し、その多機能性を実証する試験運転を実施することを計画しています。

### 社会実装研究に至るこれまでの経緯と研究成果

本社会実装研究の核といえる「ロハスの花壇」は、自然が持つ水の浄化機能を工学的に強化した廃水処理システムとして開発されてきた人工湿地を土台として考案したものです。研究代表者は、東北大学在籍時に文部科学省グローバルCOEプロジェクト(東北大学生態適応GCOE, 平成20~24年度)のメンバーとして、その当時の世界最先端の人工湿地技術を反映したフルスケールの人工湿地を設計し、東北大学の実験農場に設置しました。そこで実施した畜産廃水を浄化する3年間の実証実験により、冬季に60cmの積雪がある東北地方の気候条件下での人工湿地の水の浄化性能の原単位(人工湿地単位面積あたりの処理性能)が明らかとなりました。例えば、有機汚濁の指標である生物化学的酸素要求量(BOD)では、1日に1m<sup>2</sup>あたり26gのBODが除去できることが分かりました。そのような水の浄化性能の原単位を明らかにしたことで、廃水で持ち込まれる汚濁負荷量に対して必要になる人工湿地の面積を予

測することが可能となりました。

その後、日大工学部に異動した研究代表者は、フルスケールの人工湿地による実証実験で得た知見と経験をもとに、「ロハスの花壇」を設計することになりました。それは、平成24～26年度 文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「福島県発の災害に強く自立共生が可能な住環境の創生に関する研究」において、家庭における水の自給自足をサポートする水再生システムの開発が必要とされたためです。日大工学部では、LOHAS(Lifestyle of Health and Sustainability:健康で持続可能な生活スタイル)を可能にするための技術を開拓・追及するための学問として「ロハスの工学」を定義し、水とエネルギーを自給する家である「ロハスの家」の研究を推進していました。そこで求められた水再生システムは、エネルギーの自給自足に負担とならない省エネルギーな水の浄化技術でした。自然が持つ水の浄化機能を積極的に活用した人工湿地は、機械的な曝気操作を必要とせず、活性汚泥法を使用した従来技術と比して、特に省エネルギー性においてアドバンテージがありました。そこで人工湿地を家庭環境に持ち込むという前提で発案したものが、花壇を改良した人工湿地である「ロハスの花壇」です。「ロハスの花壇」では、花壇の維持に必要な水と肥料が生活排水によって賄われ、花壇で処理された水は再生水となり、トイレや洗濯用水として再利用することで家庭における水の自給自足をサポートします。そのような「ロハスの花壇」の狙いが果たして可能なのか否かを実証するための実証実験が2014年7月にスタートしました。この実証実験では、毎日0.5トンの学生食堂排水を「ロハスの花壇」で浄化しています。これまでに250トンを超える学生食堂排水が浄化され、BOD、総窒素および総リンの除去率の平均値として、それぞれ97.9、75.1及び74.5%を達成しています。これらの浄化性能は、高度処理と呼ばれる下水処理に相当し、最先端の下水処理技術で得られる性能と同等です。除去されたBOD負荷量より、「ロハスの花壇」は6.5人が毎日排出する下水に相当する有機汚濁を処理していたことが明らかとなりました。「ロハスの花壇」の占有面積より計算した処理人口ひとりあたりの必要面積は0.7m<sup>2</sup>未満であり、人工湿地の普及で先行する欧米諸国でも達成されていない世界最小レベルであることが分かりました。このように「ロハス

の花壇」では、人工湿地のデメリットとされてきた占有面積の大幅な削減にも成功しています。さらに、「ロハスの花壇」の稼働に必要なエネルギーは汚水を花壇上部に汲み上げる揚水ポンプの動力だけであり、ポンプの稼働時間が1日あたりわずか20分であることから、「ロハスの花壇」では同規模の有機汚濁を処理している浄化槽に比して20分の1程度の動力で同等の処理が行えることも確認できました。この実証実験は現在も継続しており、日大工学部を訪問する高校生等を対象とした見学会を行っています。本稿の読者で見学をご希望の方は歓迎いたしますので、事前にご一報頂ければ幸いです。

さて、「ロハスの花壇」の先進性は、日大工学部キャンパスがある郡山市の上下水道局にも認めていただき、2016年10月には郡山市と日大工学部で下水道事業による低炭素・循環型社会の構築、ライフサイクルコスト縮減等の実現を目指した連携協定(下水道事業に関する連携協定)を結びました。この協定のもと、本社会実装研究により、スケールアップした「ロハスの花壇」を郡山市の下水処理場(湖南浄化センター)内に設置し、その有効性と合理性を実証するための下水の試験処理を行うことになりました。

現在、「ロハスの花壇」の設置準備を進めており、「ロハスの花壇」による下水の試験処理は2017年7月からスタートする見込みです。本試験処理では、下水の浄化処理はもとより、地元住民と協力してヒマワリ等の花卉栽培を同時に行うことを計画しています。「ロハスの花壇」の導入により、下水処理場が景観形成や潤いのある生活に貢献する緑化施設へと生まれ変わることが期待できます。次世代の社会に求められる低炭素かつ循環型の持続可能な街づくりに貢献する新しいグリーンインフラとしての「ロハスの花壇」の有用性を実証し、小規模市町村の下水処理をグリーン化する「ロハスの花壇」の社会実装に弾みがつくよう本社会実装研究を推進したいと思っています。その成果にご期待ください。

日大工学部キャンパスで  
学生食堂排水を浄化処理している  
「ロハスの花壇」

