
浄水処理過程における微粒子の挙動と分離性 —微粉炭，ウイルス，マイクロプラスチック，粘土粒子—



Fate and Separation of Fine Particles in Drinking Water Treatment Process
Consisting of Coagulation-Flocculation, Sedimentation, and Sand Filtration

国立保健医療科学院 生活環境研究部 水管理研究領域 中 沢 禎 文

第24回日本水環境学会シンポジウムにおいて博士研究奨励賞（オルガノ賞）をいただいたことについて、この場を借りて、心からの謝意と発表概要を記したいと思います。

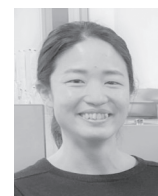
まず、博士研究奨励賞の受賞につきましては、オルガノ株式会社様、日本水環境学会運営に携わる皆様、セッションにご参加くださった皆様に厚く御礼申し上げます。あわせて、本研究を行ううえで手厚くご指導くださった北海道大学の松井佳彦先生、松下拓先生、白崎伸隆先生をはじめ、ご協力いただいた先生方、実験をともにがんばった学生の皆様にも感謝申し上げます。また、研究活動を助成くださった日本学術振興会に御礼申し上げます。時勢柄オンライン開催となり、皆様と直にお会いできなかったことは寂しく思いましたが、大勢の方がセッションにお越しになられたことと質疑応答が盛り上がったことはうれしく思いました。

さて、発表概要ですが、本研究では浄水処理（凝集沈澱砂ろ過）における4種の微粒子〔粘土、粉末活性炭、ウイルス、マイクロプラスチック（MP）〕の分離性を明らかにすることをゴールとして、微量濃度の微粒子の定量方法の確立、そして微粒子の浄水処理実験に取り組みました。粒子分離性は通常、バルク指標である濁度を測って評価・管理されていますが、濁度の基準をクリアするほどの微量濃度であっても、残留する粉末活性炭が消費者の苦情をまねくことがあります。そのようなごく微量（数 $\mu\text{g L}^{-1}$ 以下）の粒子を分別定量するために、膜捕捉-顕微鏡計数法を定めました。本法は、膜面に捕捉された粒子を顕微鏡により計数して検水量で除すことで粒子濃度を算出するものであり、 >200 個 mL^{-1} の粒子濃度を変動係数 <0.2 の精度で定量可能でした。本法を用いて、まず粉末活性炭の凝集沈澱砂ろ過による除去性を調べたところ、処理初段にあたる急速攪拌の攪拌強度を大きくし荷電中和性に優れた超高塩基度凝集剤を用いることが残留粒子の低減に有効であることが分かりました。さらに、4種の粒子は凝集工程で大部分が除去（ >2 logs）され、凝集沈澱砂ろ過全体の除去率は粉末活性炭 $>$ ウイルス $>$ MP \approx 粘土であることが分かりました。このことは、基本的な除去対象である粘土を十分に除去することでそのほかの粒子も同等以上の除去率が見込まれることを表しています。

最後に、本奨励賞の受賞を励みとして、学術発展と社会貢献につながるよう、これからも研究活動に勤しんでいきたいと思っております。ありがとうございました。

予測環境微生物学に基づく資源回収型サニテーションの病原リスク管理手法の構築

Microbial risk management via the predictive environmental microbiology:
Towards the safe resource recovery from human excreta



東北大学工学研究科 大石若菜

この度は、2021年度日本水環境学会博士研究奨励賞（オルガノ賞）優秀賞を授与いただき、誠にありがとうございます。オルガノ株式会社様、ご選考いただいた先生方、ならびに学会関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

サニテーションは公衆衛生や環境保全に加え、食糧生産のための資源管理に関わる人間社会における重要な要素です。資源回収システムにおいてし尿を扱う人の健康リスクは、し尿中の病原体を十分に不活化することで低減しますが、消毒剤添加量や処理時間といった監視基準値の設定には、し尿中病原微生物不活化モデルが必要です。

本研究では、し尿に適用可能な病原体不活化モデルの構築と、ノロウイルスの消毒耐性獲得機構の解明を通して、病原体不活化モデルに基づく新たな病原リスク管理手法の枠組みの構築に取り組みました。

第一の成果として、階層ベイズモデリングを適用し、し尿に適用可能な病原体不活化モデルを構築しました。消毒プロセスにおいて迅速に測定可能な指標と監視パラメータをモデルの説明変数とすることで、監視基準値の設定、および消毒プロセスの連続監視を可能にしました。構築したモデルを用いたシミュレーションの結果、尿素の添加や天日乾燥処理では、し尿の貯蔵時間を3ヵ月程度に短縮できることが示唆されました。

第二の成果として、マウスノロウイルスを用いて消石灰による消毒と培養を繰り返す実験進化を行ない、消毒低感受性ウイルス集団に特異的な非同義変異を同定しました。今後の研究では、検出された非同義変異が感受性低下の原因であることを証明し、し尿中ウイルス不活化モデルに消毒低感受性ウイルス集団の不活化率を組み込むための枠組みの構築に繋がりたいと考えております。

最後に、本研究の遂行にあたり、手厚いご指導を賜りました東北大学 佐野大輔教授、北里大学 片山和彦教授、戸高玲子研究員、芳賀慧博士はじめ、ご助言を賜りました多くの共同研究者ならびに諸先生方へ心より感謝申し上げます。また、上記の研究活動を助成くださった日本学術振興会、ならびに総合地球環境学研究所にもこの場を借りてお礼申し上げます。

Evaluation of the Intermittent Contact Oxidation Process for Enhanced In-sewer Purification Using Lipids as Model Organic Pollutant

油脂を有機性汚濁物質として用いた下水管路内浄化のための間欠接触酸化法の評価



Department of Socio-Cultural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences,
The University of Tokyo Tiffany Joan Sotelo

I am honored, and humbled, to receive the JSWE-ORGANO Doctoral Research Award in the 24th Japan Society on Water Environment Symposium. The recognition of our research work on enhanced in-sewer purification technologies is a step towards my goal of elevating the status of the collection system as a treatment system. It is a wholesome and welcome representation.

Enhanced in-sewer purification technologies can impact wastewater management by removing organic pollutants in wastewater as it flows through the pipe. A way to enhance in-sewer purification is through the Intermittent Contact Oxidation Process (ICOP) which promotes biomass growth and retention with intermittent wastewater flow through the application of porous sponge media inside the sewer pipe. It has been shown in this study that there is potential for the collection system to contribute to wastewater management through enhancing in-sewer purification. If enhanced in-sewer purification technologies are considered as a pretreatment step to a treatment facility, wastewater management boundaries could be minimized, and localized reuse or discharge could be promoted. Emphasis on the use of the collection system as a treatment technology could be explored with the goal of integrating it within existing wastewater management systems. My goal for the technology is its widescale application in the Southeast Asian Region.

This study could not be completed with the effort of only one person. Hence, I would like to properly acknowledge everyone who has been there in the development of this study. I am forever indebted and grateful to my supervisor, Professor Hiroyasu Satoh, for his patience and kindness which I have been enjoying since my acceptance to his laboratory in 2016. I would also like to acknowledge the Asian Development Bank Japan Scholarship Program for supporting my MS and PhD stay in The University of Tokyo. Lastly, I would like to thank my mentors, colleagues, friends, and family, for making sure I am eating well even in my absolute worst research days.