

水資源と水環境に関する研究

Researches on Water Resources and Environments



准教授 佐野 大輔
Associate Professor
Daisuke Sano



教授 李 玉友
Professor (協力教員)
Yu-You Li



准教授 小森 大輔
Associate Professor
Daisuke Komori

水資源システム学分野では、世界の水問題を解決することを目指し、以下の研究に取り組んでいる。

- 1) 下水疫学的アプローチによる COVID-19 早期検知システムの構築
- 2) 気候変動と土地利用変化が自然環境に与える影響評価手法の開発
- 3) 地球温暖化と林業の衰退など森林の荒廃による流木発生メカニズムの解明
- 4) 下水処理場における温室効果ガス発生と最適な浄化機能の解析
- 5) 嫌気性消化槽にかかる排水処理と微生物群集動態の解明

Our research topics in 2020 were as follows.

- 1) System development of an early warning for COVID-19 centered on wastewater-based epidemiology
- 2) The development of evaluation approaches for the effect of climate change and land utilization change on natural environments
- 3) Mechanisms of flood wood generation caused by global warming and forest industry declination
- 4) The optimization of wastewater treatment and greenhouse gas emission
- 5) Bacterial community structure in wastewater treatment and anaerobic digestion reactors

新型コロナウイルスの下水疫学

COVID-19 の世界的な流行は収束の気配すら見せていない。その中で、COVID-19 罹患者の動向を比較的容易に把握できる方策として「下水疫学」に注目が集まっている。COVID-19 の病原体である新型コロナウイルスが感染者の糞便に排出されるため、下水中新型コロナウイルス濃度を測定することで下水集水域における感染者数の動向を把握し、その地域の居住者に対する行動の制限などの行政判断の材料として用いようとするものである。

水資源システム学分野では、今回の COVID-19 に関する下水疫学調査に先立ち、仙台市建設局、山形大学および株式会社日水コンとの共同研究により、下水中ノロウイルス濃度に基づいて仙台市内の下水処理区域の感染症流行状況を把握することを試みてきた。その結果、下水処理場の入口で測定されたノロウイルス濃度がノロウイルス患者数の増加に伴って上昇することが確認され、現在は下水調査を利用したノロウイルス早期検知システム（水監視システム）を運用している。この水監視システムでは、未処理下水中のノロウイルス遺伝子濃度を継続的に測定し、増加が認められたらその情報をメールにて発信し、衛生的な行動を呼びかけることで感染性胃腸炎の流行を未然に防ぐことを目指している。現在は情報発信用のウェブサイトを開設し（Fig.1）、情報を受け取りたい人がメールアドレスを登録することで（Fig.2）、下水中濃度に関する情報が得られるようになっている。非流行期のウイルス濃度レベルから算出した情報発信濃度を超過すると、登録者に向けて注意喚起と感染予防対策に関するメールが届く仕組みとなっている。

今回、水資源システム学分野では、ノロウイルスに関する成功事例をもとに、早期検知システムを新型コロナウイルスへ拡張することを仙台市建設局との共同研究により試みている。課題は、陽

Wastewater-based epidemiology for COVID-19

The global epidemic of COVID-19 has not shown signs of convergence. Recently, “Wastewater-based epidemiology” (WBE) has attracted attention as a measure to grasp the trends in COVID-19 patients. As the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), which is the pathogen of COVID-19, is excreted in the feces of infected people, the number of infected people in the sewage catchment area can be estimated by measuring the concentration of SARS-CoV-2 in sewage. The information obtained from sewage can be used for administrative decision-making, such as requesting behavioral restrictions to the residences.

Prior to this WBE study on COVID-19, the Laboratory of Urban and Regional Environmental Systems conducted WBE for norovirus through a joint research with Sendai City Construction Bureau, Yamagata University, and Nihon Suido Consultants Co., Ltd. As a result, it was confirmed that the norovirus concentration measured at the entrance of a wastewater treatment plant increased with the increase in the number of norovirus patients, and now the norovirus early detection system (water monitoring system) using the sewage survey is in operation. This water monitoring system continuously measures the norovirus gene concentration in untreated sewage, and if an increase is observed, we send the information by e-mail and call for hygienic behaviors to prevent an epidemic of infectious gastroenteritis. Currently, a website for disseminating information is in operation (Fig.1), and people who want to receive information can receive it and the sewage concentration by registering their e-mail addresses on this website. When the virus concentration level exceeds a non-epidemic period, the system sends an alert email (Fig.2) to the registered people with infection prevention measures.

Based on the successful case related to norovirus, the Laboratory of Urban and Regional Environmental Systems is trying to extend the early detection system to COVID-19 through a joint research with the Sendai City Construction Bureau. The question is whether the concentration of

性者数が欧米諸国と比べると 100 分の 1 程度である日本国内において下水中から新型コロナウイルスの濃度を測定できるのか、測定できたとして、早期検知のために活用できるのか、という点である。1 つ目の課題については、日本水環境学会の会長直属組織として 2020 年 5 月に設立された COVID-19 タスクフォースに参画し、情報交換等により手法の改善を試み、陽性者が少ない地域からの下水からでも感度よく新型コロナウイルスを検出可能な手法の構築に成功した。一方、2 つ目の課題については引き続き検討中である。現段階では、感染者のうち何 % が排出しているのか、感染のどの段階で糞便中に排出され始めるのか、排出期間はどの程度なのか、さらには症状が全く出ない感染者（不顕性感染）はウイルスを排出しているのか、などの情報が得られておらず、早期検知システムの確立には至っていない。COVID-19 の特徴であるクラスター型の感染伝播は、市中における感染者分布を不均一にすることが想像されることから、下水道管路網の上流に目を向け、コミュニティ単位や建物単位で調査して不顕性感染者が発生したコミュニティや建物を見つけて対応する形の方が、新型コロナウイルスに関しては有効かもしれない。その場合、対象となるコミュニティや建物の住民から、調査自体だけでなく、下水から新型コロナウイルスが検出された場合の情報の取り扱い方についても同意を得ておく必要があると考えられ、自治体及び住民との調整が重要と考えている。

the SARS-CoV-2 can be measured from sewage in Japan, where the number of positives is about one-hundredth that of Western countries, and if it can be measured, can it be used for early detection? Regarding the first issue, we participated in the COVID-19 Task Force, which was established in May 2020 as an organization under the direct control of the chairman of the Japan Society for Water Environment, and tried to improve the method. We have succeeded in constructing a method that can detect SARS-CoV-2 with high sensitivity. On the other hand, the second issue is still under consideration. Currently, there are unclear things that do not allow us to establish an early detection system for COVID-19, including what percentage of infected people excrete SARS-CoV-2, at what stage of infection SARS-CoV-2 starts to be excreted in feces, how long is the excretion period, and do infected people who have no symptoms (subclinical) excrete the virus. It seems that the cluster-type infection transmission of SARS-CoV-2 will make the distribution of infected people uneven in the city, which suggests that we should look upstream of the sewage pipeline network and in community units and building units. It may be more effective for SARS-CoV-2 to investigate and find out the communities and buildings where the subclinical infections have occurred. In that case, it is necessary to obtain consent from the residents of the target community and building regarding not only the survey but also how to handle information when SARS-CoV-2 is detected in the sewage.



Fig.1 Top page of the water monitoring system.



Fig.2 Registration page of E-mail address for the water monitoring system