

水資源と水環境に関する研究

Researches on Water Resources and Environments



准教授 久保田 健吾
Associate Professor
Kengo Kubota

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) 脱炭素型下水処理システムの開発
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 環境バイオテクノロジーを用いた排水・廃棄物処理と微生物群集の解明

Our research topics in 2023 were as follow:

- 1) Development of a self-sustainable sewage treatment system
- 2) Development of an early warning system for COVID-19 centered on wastewater-based epidemiology
- 3) Development of evaluation approaches for the effect of climate change and land utilization change on natural environments
- 4) Mechanisms of flood wood generation caused by global warming and forest industry declination
- 5) Waste and wastewater treatment using environmental biotechnologies and microbial community analysis

廃水処理活性汚泥の微生物群集の可視化技術の開発

廃水処理汚泥の維持管理は、汚泥の性状が処理性能に大きく影響するため、廃水処理のプロセス運転において最も重要な観点である。廃水処理汚泥の維持や形成に関する知見を得るために、様々なアプローチによる研究が行われてきた。中でも微生物分布の可視化は、汚泥の物理的・微生物的状態を直接的に示すものとして重要である。しかし、内部構造や微生物分布の解明は不十分である。その理由として、廃水処理汚泥は内部まで光が届かないサイズを持つ大型のバイオフィームであるため、従来の顕微鏡では汚泥全体の観察が不可能であったことが挙げられる。そのため、廃水処理汚泥をマイクロームで数十 μm に切り出し、蛍光染色剤により染色し、蛍光顕微鏡で観察する方法がとられてきた。

本研究室ではシンクロトロン施設である super photon ring beamline 47XU (SPring-8 BL47XU) の X 線 CT に着目し、廃水処理汚泥のような大型のバイオフィームを対象として、この中に生息する微生物細胞を特定の元素により標識し、シンクロトロン X 線 μCT により微生物細胞の 3 次元分布を可視化に関する研究を行っている。

Visualization of wastewater sludge microbiome

The maintenance of wastewater treatment sludge is one of the important aspects of the wastewater treatment process because the sludge's properties significantly impact treatment performance. Various studies have been conducted to gain insight into the characteristics of wastewater treatment sludge. Among them, the visualization of microbial distribution is particularly important as a direct indication of the physical and microbial state of sludge. However, the elucidation of the internal structure and microbial distribution remains incomplete. One of the reasons for this is that wastewater treatment sludge is a large biofilm. It should be sliced into pieces several tens of micrometers in size using a microtome, stained with a fluorescent staining agent, and observed with a confocal laser scanning microscope.

In our laboratory, we have focused on X-ray CT scans using the super photon ring beamline 47XU (SPring-8 BL47XU), a synchrotron facility. We have labeled microbial cells in large biofilms with a specific element. We are conducting research on the visualization of the three-dimensional distribution of microbial cells using synchrotron X-ray μCT to capture images.



教授 李 玉友
(工学研究科 兼任)
Professor
Yu-You Li



教授 佐野 大輔
(工学研究科 兼任)
Professor
Daisuke Sano



特任教授 小森 大輔
(グリーン未来創造機構 兼任)
Associate Professor
Daisuke Komori

また、微生物細胞の蛍光観察における自家蛍光の解消のための技術として、酵素反応である tyramide signal amplification (TSA) と、触媒酵素として hemin を採用した新たな染色手法を開発した。TSA は、ペルオキシダーゼが触媒するチラミド化合物が芳香族アミノ酸に結合する反応である。チラミド化合物には任意の物質をその合成過程で付加することが可能であるため、TSA を採用することで様々なバリエーションの蛍光物質あるいは重元素を微生物細胞に沈着させることができる。Hemin は、ペルオキシダーゼ活性を持ち、特定のアミノ酸と結合する性質がある。したがって、hemin を微生物細胞へ結合させ、TSA を触媒させることで、任意の物質を微生物細胞へ沈着させる新手法を開発した。

We also developed a new staining technique using enzyme reaction tyramide signal amplification (TSA) to avoid autofluorescence issues. In this method, hemin initially binds to microbial cells, and the subsequent TSA reaction is carried out with tyramide coupled with a desired fluorescent dye.

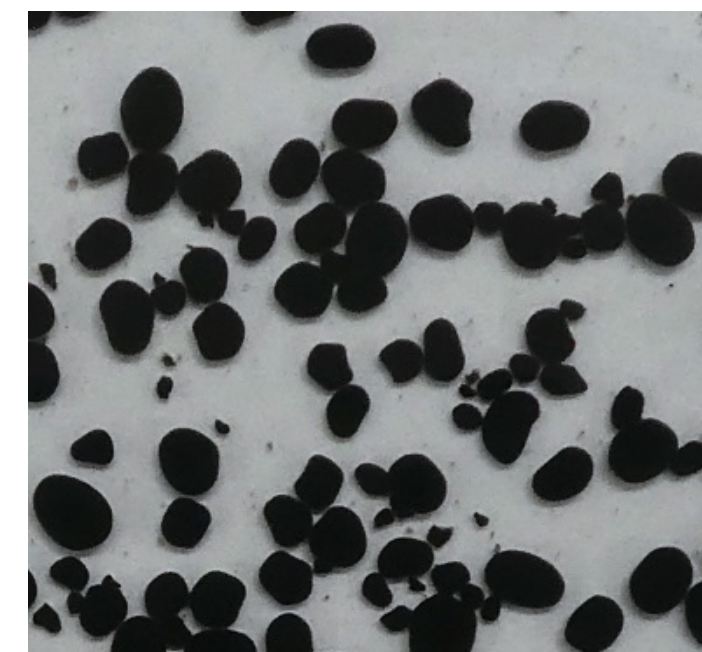


Fig. 1 Anaerobic granular sludge.