

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) 下水情報の活用による感染症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 are as follow:

- 1) Development of carbon-neutral sewage treatment system
- 2) Development of an early warning system for infectious diseases based on wastewater information
- 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

排水処理プロセスからの温室効果ガス発生量調査と削減技術の開発

温室効果ガスの削減は世界的な急務である。なかでも一酸化二窒素 (N_2O) は、二酸化炭素の約 273 倍の地球温暖化係数を持ち、オゾン層破壊の原因にもなる物質だが、近年その大気中濃度は IPCC の予測を上回るペースで上昇している。排水処理プロセスは発生源の一つであり、好気・嫌気いずれの工程でも発生が確認されている。

省エネ型装置として実用化が進む DHS (Down-flow Hanging Sponge) プロセスは、処理性能やエネルギー効率の面で期待されているが、運用時の温室効果ガス発生挙動については知見が乏しい。そこで本研究では、DHS リアクターの運転条件 (HRT・温度) を変化させ、 N_2O の発生挙動を評価した。

また、発生した N_2O を除去するため、DHS リアクターを用いた無酸素条件下での N_2O 除去プロセスを開発した。低濃度 (300 ppm 以下) では 90% 以上の高い除去率を得たが、高濃度 (2,000 ppm) では効率が低下したため、現在はプロセスのさらなる高速化・高効率化を検討している。

Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Treatment Processes and Development of Mitigation Technologies

Reducing greenhouse gas emissions is a global imperative. Among these gases, nitrous oxide (N_2O) is a significant environmental concern; it has a global warming potential approximately 273 times that of carbon dioxide and acts as an ozone-depleting substance. Recent reports indicate that atmospheric concentrations of N_2O are rising more quickly than the IPCC predicted. Wastewater treatment processes are a source of N_2O , which is generated during aerobic and anaerobic/anoxic stages.

The downflow hanging sponge (DHS) process has been implemented as an energy-efficient technology due to its superior treatment performance and low energy consumption. However, there is limited knowledge regarding emission dynamics during its operation. We evaluated N_2O emission behavior under varying operating conditions, specifically focusing on hydraulic retention time and temperature.

Furthermore, we developed a novel N_2O removal process using a DHS reactor under anoxic conditions. Whereas this process achieved a removal efficiency of over 90% for low concentrations (300 ppm or less), efficiency decreased at higher concentrations (2,000 ppm). We are currently investigating methods to increase this removal process's kinetics and efficiency.



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

排水を用いて生産したバイオマスからのエネルギー生産

メタン発酵は、微生物の代謝により有機物を嫌気条件下でメタンと二酸化炭素に分解する技術であり、循環型社会の形成に寄与するエネルギー生産手法として期待されている。本研究では、新たなバイオマス資源として水生植物のウキクサに着目した。ウキクサは生長が速く、水中の窒素・リンを効率よく吸収するだけでなく、他のバイオマスに比べ難分解性のリグニン含有量が低いため、メタン発酵に適した特性を持つ。ウキクサは排水処理などにも利用されているが、その際に生産されるウキクサの活用方法としてメタン発酵が着目されている。本研究では、このウキクサを単一基質とした連続メタン発酵試験を行い、そのエネルギー資源としての有効性を評価した。

Energy Production from Biomass Derived from Wastewater Treatment

Methane fermentation is a biochemical process that decomposes organic matter into methane and carbon dioxide under anaerobic conditions through microbial metabolism. It is a promising energy production method for establishing a circular economy. In this research, we focused on duckweed as a novel biomass resource.

Duckweed is a fast-growing aquatic plant that efficiently absorbs nitrogen and phosphorus from water. It is particularly well suited for methane fermentation because it contains lower levels of lignin—a recalcitrant component—compared to other biomass sources. Although duckweed is already utilized in wastewater treatment, its subsequent use as a substrate for methane fermentation has gained significant attention. We conducted continuous methane fermentation experiments, using duckweed as a mono-substrate to evaluate its effectiveness as a sustainable energy resource.



Photo 1. A DHS reactor removing nitrous oxide



Photo 2. A laboratory-scale methane fermentation reactor treating duckweed.