

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

広島大学大学院工学研究科化学工学専攻 内田 浩 夢

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という、名誉ある賞をいただき、大変嬉しく思います。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、審査関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

私は「正浸透膜法を用いたエネルギー生産型排水処理システムの開発」という題目で発表させていただく予定でした。下水処理にメタン発酵法を適用できれば、曝気が不要かつエネルギーを生産可能で、廃棄物発生量を抑えることができます。適用には、下水中の有機物を濃縮する必要があります。正浸透(FO)膜による濃縮が検討されています。この時、塩も同時に濃縮されてしまうため、塩濃度が高い条件下ではメタン発酵が阻害されることが考えられました。昨年度、下水濃縮時の塩抑制には供給溶液(FS)を加圧し、NaCl 阻止率 60~93%の膜を用いた条件が適していると報告しました。下水には多様な無機イオンが含まれるため、用いる膜により濃縮後の塩組成は変化すると考えられますが、FO 濃縮時の下水の塩組成変化やメタン生成に与える影響は明らかではありませんでした。本研究では、膜の阻止率が下水中イオンの透過性に与える影響と、下水中の塩組成の変化がメタン発酵におけるメタン生成能に及ぼす影響について評価しました。その結果、NaCl 阻止率 99.5%の膜においてすべてのイオンで高い阻止性を示しましたが、NaCl 阻止率

93%の膜は一価イオンの阻止率が低く、NaCl 阻止率 60%の膜においては、一価の全イオンと二価の陽イオンが低くなりました。下水の濃縮に適した二種の膜は陽イオンの除去性に優れており、二価イオンと比べ一価イオンの膜透過性が高い傾向が確認されました。これらの膜の特性を考慮してメタン生成への影響を調査しました。結果として、一価の塩濃縮を 70%に抑えることで阻害を抑制できました。以上の結果は、加圧運転を行うことでFO膜を用いた下水濃縮によって高塩濃度による阻害を回避してメタン発酵が可能であることを示しています。

日本水環境学会年会には昨年の二次選考での落選を経験し、今年こそはという気持ちで臨んでいました。このような形で受賞とはなりませんが、今まで支えてくださった方々によりやく恩返しすることができたと思っています。

最後に、本研究を遂行するにあたり手厚いご指導をいただきました広島大学環境安全センターの西嶋先生、梅原先生、橋本先生、研究のみならず日常生活までも支援していただいた研究室の皆様、研究に専念させてくれた母に対し、心から感謝申し上げます。皆様の温かいご支援のおかげで、いつも前向きに研究に取り組むことができました。これからも何事にもチャレンジし続け精進してまいります。本当にありがとうございました。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

京都大学大学院地球環境学舎 大 島 靖 弘

この度は、新型コロナウイルス感染症の拡大にともない、年会の開催が中止となるなか、特別なお取り計らいにより、第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という非常に名誉ある賞を授与いただきましたこと、大変光栄に思います。誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様および審査に関わられた方々に、この場をお借りして心からお礼申し上げます。

私は今回、「特定外来種オオバナミズキンバイの断片からの再生に及ぼす水中の栄養塩濃度の影響に関する検討」という題目で誌上発表させていただきました。オオバナミズキンバイは2009年に琵琶湖で初めて侵入が確認されて以降、琵琶湖南湖を中心に急速に拡大し、近年では、貴重植物の生育が多数確認されている北湖西岸においても侵入が確認されています。本種は茎の断片などから再生する強い繁殖力を有していることから、駆除作業時に使用される回収ネットから流出することにより拡散し、定着先の水生植物や絶滅危惧種の衰退など、生物多様性への影響が懸念されています。そこで本研究では、駆除時に使用される回収ネットの網目の大きさを検討し、効率的な駆除方法を提案することを目的として、本種の茎断片からの再生に及ぼす断片の大きさ(長さ・直径)と水域の栄養塩の影響について、分散分析を用いて検討し

ました。

その結果、本種の茎断片からの再生には、断片の大きさ(長さ・直径)およびその交互作用が寄与し、とくに直径の寄与率が49.7%(1%有意)と高く、再生の主要因であることが分かりました。一方で、栄養塩は生長初期段階で寄与することが分かりました。今後は、これらの結果を踏まえて、実験条件のパターンを増やしより精密なデータを得ることで、本種の駆除作業現場へのアウトプットを目指したいと考えております。

最後に、本研究を遂行するにあたり、終始懇切なるご指導賜りました、京都大学大学院地球環境学舎の藤井滋穂教授、田中周平准教授、原田英典助教に心より感謝申し上げます。先生方の手厚いご指導なしには、今回の受賞には至りませんでした。また、実験を行う上で親身に相談にのっていただき、アドバイス等いただいた元東北工業大学准教授の小浜暁子氏、試料のサンプリングに協力して下さった株式会社ラーゴの西川博章氏ならびに貴重なデータを残して下さった研究室の先輩方に感謝と敬意を表します。そして、お互いに協働し、刺激しあいながら研究を進めてきた同期、精神面・経済面で支えていただいた家族にこの場をお借りして心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

北海道大学大学院工学院環境創生工学専攻 上 蘭 亮 達

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、大変光栄に思っております。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様ならびに本年会を運営してくださった関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

私は、「塩分環境下におけるアナモックス細菌の生存戦略」というテーマで発表をさせていただきました。塩分は微生物の棲み分けに大きな影響を及ぼす環境因子です。淡水と海水の中間的な塩分環境とされる汽水域(塩分濃度<3%)においては、様々なアナモックス細菌種の検出、共存が報告されていますが、塩分がアナモックス細菌の棲み分けに及ぼす影響は未だ明らかではありません。また、アンモニアを多く含む産業廃水は塩分を含有することが多く、アナモックスプロセスの適用・普及には同細菌の塩分適応戦略の解明が急務とされます。そこで本研究では、3種のアナモックス細菌：“*Ca. Brocadia sinica*”, “*Ca. Scalindua sp.*”, “*Ca. Kuenenia stuttgartiensis*”の塩分濃度依存的な活性を測定し、異なる塩分環境下での種間競合実験を行うことで塩分の棲み分けに及ぼす影響を検討しました。さらにアナモックス細菌の塩分適応戦略の解明を試みました。その結果、種間競合実験において塩分濃度3%で“*Ca. Scalindua sp.*”が“*Ca. K. stuttgartiensis*”を優占した結果などが得られました。これらの結果は、塩分環境下において高活性

種が優占するという仮説に概ね一致していましたが、低活性種が優占した結果も得られており活性のみならず増殖収率等の他の因子を考慮する必要があることが示唆されました。塩分適応戦略については、一般的に細菌は糖やアミノ酸を蓄積する戦略(適合性溶質戦略)、もしくはカリウムイオンなどの塩分を蓄積する戦略(Salt-in戦略)を用いることが知られています。実験の結果、“*Ca. Scalindua sp.*”は複合塩分適応戦略(グルタミン酸およびカリウムイオンの蓄積)を用いる中程度の好塩菌、“*Ca. B. sinica*”および“*Ca. K. stuttgartiensis*”は適合性溶質戦略(トレハロース等の蓄積)を用いる耐塩菌であることが明らかになりました。

この度の要旨提出では、担当教官である岡部聡教授と多くの議論を重ね、自らの研究を見つめ直す大変有意義な機会となると同時に、自分自身の学問的・人間的な未熟さも実感しました。残りの大学院修士課程においては、この受賞を励みに一層研究に邁進したいと思います。

最後になりましたが、本研究を遂行するにあたり、いつも親身に、熱意をもってご指導していただいた北海道大学大学院工学研究院の岡部聡教授をはじめ、北島正章助教、共同研究者の中国・江南大学のZHANG Leiさん、水質変換工学研究室の皆様、いつも応援してくれる家族と友人に心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

北海道大学大学院工学院環境リスク工学研究室 吉川 祐司

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。学会を運営してくださった皆様、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様に厚くお礼申し上げます。

私は今回、「塩素処理に伴う有機リン系殺虫剤の毒性変動～代謝を考慮したChE活性阻害試験の構築と適用～」というテーマで講演要旨を提出をさせていただきました。現在の水道水質管理目標設定項目に登録されている有機リン系殺虫剤はコリンエステラーゼ(ChE)活性阻害性を有します。この有機リン系殺虫剤は、凝集沈殿、砂ろ過によって除去することが困難なため、塩素と接触し、オキソン体やその他分解物が生成することが報告されています。このオキソン体もChE活性阻害性を有しているため、原体に濃度換算し、水道水質管理設定項目に組み込まれていますが、その他分解物に関しては考慮されていません。そのため、本研究グループでは塩素処理後にオキソン体以外に毒性物質が存在するかをChE活性阻害試験によって調べてきました。しかしながら、農薬が経口で毒性発現へ至る経路を考えると肝臓で代謝を受けた後に毒性を発現するため、代謝により分解物から毒性物質が生成する可能性が考えられています。したがって、本研究では代謝を考慮したChE活性阻害試験を構築し、それを用いて塩素処理後にオキソン体以外に毒性物質が

存在するかを調べることを目的としました。実験結果として、まず代謝を考慮したChE活性阻害試験はS9mixを用いて代謝を起し、超遠心分離によりS9mixを除去し、その後にChE活性阻害試験を行う方法で構築をすることができました。この構築した試験法を用いて塩素処理後にオキソン体以外に毒性物質が存在するかを調べたところ、塩素処理により生成する毒性物質はオキソン体のみであること、またオキソン体を原体濃度換算することは妥当であることが示唆されました。また、代謝によって原体とオキソン体は毒性物質に変換されることが示唆されました。この毒性に寄与している代謝生成物は、オキソン体に水酸基が一つ付加された構造であることが示唆されました。

今回の学会は生憎にも新型コロナウイルスの影響により、中止となってしまいました。日々の研究の成果を口頭で発表し、来場者の方々とのディスカッションを行えなかったことを残念に思っております。しかしながら、今回このような名誉ある賞をいただいたことを励みにして、今後も研究に邁進していきたいと考えております。

最後に、本研究を進めるにあたり、多大なるご指導とご助言を賜りました北海道大学大学院工学研究科の松井佳彦教授、松下拓准教授、白崎伸隆准教授、そしていつも私を支えてくださった環境リスク工学研究室の皆様と家族に心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

新潟薬科大学大学院応用生命科学研究科 栗原拓也

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞を授与していただき、誠にありがとうございます。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、審査に関わられた皆様、講演要旨を見てくださった皆様に厚く御礼申し上げます。

私は「電子産業廃水中の有害物質を分解するメタン生成古細菌の分離培養および生理学的性質の検討」という題目で発表させていただきました。近年のIT化にともない電子製品の生産量は増加傾向にある一方、電子産業廃水量も増加傾向にあります。これらの廃水には水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)や2-propanol(IPA)等が含まれ、生物にとって有毒とされています。このような電子産業廃水の無害化を目的に、TMAH含有廃水を環境低負荷なメタン発酵(UASB)プロセスで処理したところ、メタン生成古細菌の一種である *Methanomethylovorans* 属古細菌が優占していました。そのため、本研究ではTMAHを分解すると考えられた *Methanomethylovorans* 属の分離培養を行いました。その結果、限界希釈法および継代培養を繰り返し、*Methanomethylovorans* 属の新種である NY-STAYD 株の分離培養に成功しました。分離株の16S rRNA 遺伝子配列の全長を決定し、*Methanomethylovorans* 属の既存種と相同性を比較した結果、97.8~99.3%と近縁でした。しかし、既存種はTMAHを基質として培養しても増殖が見られず、NY-STAYD 株は *Methanomethylovorans* 属の中でも TMAH を分解で

きる新規な分離株であることが示されました。

NY-STAYD 株の新規性が確認できたため、生理学的性質としてグラム染色、生育温度条件について検討しました。NY-STAYD 株は既存種と同様にグラム陰性であり、20℃~37℃で増殖を確認しました。比増殖速度は37℃が最も高かったものの、培養開始から1ヵ月ほどで溶菌が確認されました。一方、25℃では比増殖速度が37℃に劣るものの、菌体収量は最大であり、37℃で培養した際に見られた溶菌も認められませんでした。このことからNY-STAYD 株は低温条件下におけるUASBプロセスで優占していたものと考えられました。今後は、NY-STAYD 株の他の生理学的性質の検討や詳細な分解機構の解明を行っていきたいと考えております。

第54回日本水環境学会年会は開催中止となり、残念ながら現地での発表をすることができませんでした。しかし、学会参加への準備の時にいただきました貴重なアドバイスは研究を行う上で非常に重要なものでした。本研究がさらに発展できるよう、残り1年間精進していきたいと考えています。

最後になりますが、本研究を行う上で終始懇切なるご指導を賜りました新潟薬科大学大学院応用生命科学研究科の重松亨教授、井口晃徳准教授、国立環境研究所の珠坪一晃様、竹村泰幸様、徳山工業高等専門学校の段下剛志先生ならびに研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。そして、大学院まで進学させてくれた両親に心から感謝を申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

金沢大学大学院自然科学研究科環境デザイン学専攻 小池 主 祥

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、審査を行っていただきました皆様、そして本年会を運営して下さった皆様に心よりお礼申し上げます。

私の研究は、比較的高濃度のアンモニア(約10 mg-N L<sup>-1</sup>)で汚染された地下水を処理するバイオリアクターに着目して、その微生物群集を解明し、どの微生物が主要なアンモニア酸化細菌であるか同定したものです。地下水は貴重な水資源であり世界中で利用されていますが、しばしばアンモニア等による汚染が報告されています。このような汚染において、バイオリアクターを用いたアンモニア除去が適用されており、その微生物群集解析では、アンモニア酸化細菌(AOB)、古細菌(AOA)あるいはcomammox (complete ammonia oxidizing) *Nitrospira* のいずれが主要なアンモニア酸化細菌であるかが議論されてきました。これまでの研究で解析されてきたアンモニア濃度が低い(<1 mg-N L<sup>-1</sup>)地下水処理バイオリアクターでは、AOBやAOAに比べてアンモニア親和性が高いcomammox *Nitrospira*が優占化していました。しかしながら、高濃度のアンモニア地下水(>1 mg-N L<sup>-1</sup>)においては微生物群集の知見は少なく、主要なアンモニア酸化細菌の特定には至っていません。そこで本研究では、バイオリアクター内の定期的な水質分析と16S rRNA遺伝子、comammox *amoA* (アンモニア酸化酵素) 遺伝子およびメタゲノム解析により、どの微生物が主要なアンモニア酸化細菌であるかを特定しました。その結果、

アンモニア酸化速度増加と *Nitrospira* 増加の間に、AOBよりも高い正の相関があることが明らかとなりました。また、16S rRNA 遺伝子および comammox *amoA* 遺伝子ともに Candidatus *Nitrospira nitrosa* の近縁種が優占化しました。*AmoA* 遺伝子の RNA を標的とした活性評価では、遺伝子割合が同程度の種でも、活性が5倍以上異なることが明らかとなりました。メタゲノム解析の結果、高濃度アンモニア地下水を処理するバイオリアクターで優占化し、*amoA* 活性の高い comammox *Nitrospira* は、Ca. *N. nitrosa* に近縁な新規 comammox *Nitrospira* であることを同定しました。従来は低アンモニア濃度が comammox *Nitrospira* の優占化因子と考えられていましたが、本研究により比較的高濃度のアンモニア環境においても comammox *Nitrospira* が優占化し主要な役割を果たすことが明らかとなりました。今後は、我々が同定した新規 comammox *Nitrospira* の生理的特徴をより深く理解するために、新たなメタゲノムアプローチや分離培養に取り組む予定です。

私が研究対象としている comammox *Nitrospira* は2015年に初めて発見されたばかりで知見が少なく、実験や解析アプローチの組み立てで苦戦する場面も多くありました。その一方で、未知を解き明かすことの面白さ、期待感が大きく、日々の研究意欲が絶えなかったです。今後はクリタ特別賞をいただけたことを誇りに持ち、より一層研究活動に尽力してまいります。最後に、本研究を遂行するにあたりご指導・ご協力を賜りました、研究室の先生方、ならびに研究者の皆様に深く感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

東京都市大学大学院総合理工学研究科建築・都市専攻 佐々木 敬 成

この度は日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様をはじめとして、審査関係者の皆様ならびに年会を運営して下さったすべての皆様に厚くお礼申し上げます。

私は「MBRにおける膜細孔内ファウリング物質の直接分析」という題目で研究を行いました。膜分離活性汚泥法(MBR)は省スペースで清澄な処理水を得られる下水処理方式ですが、膜ファウリング現象は回避できず、膜透過流束の減少や曝気洗浄等により運転コストの増大を引き起こします。既往の研究ではファウリングの原因物質のEPS(菌体外高分子ポリマー)はタンパク質や多糖類が主成分であると報告されています。膜細孔に堆積する物理的に不可逆的な膜ファウリング物質は、MBR運転中の解消ができず、大きくファウリング進行に関与します。そのため本研究では、膜表面と膜細孔内の膜ファウリング物質の進行過程における特性調査を目的としました。

本研究では、MBR運転の進行過程における膜ファウリング物質の調査を行うために、膜の取り外しが可能な装置を用いてラボスケール実験を行いました。また、膜表面の物理洗浄の有無により、膜表面と膜細孔内のファウリング物質の区別し、それぞれFT-IR分析、吸引ろ過

実験を行いました。その結果、膜表面についてはタンパク質と多糖類由来の物質が存在し、運転経過にともない徐々にそれぞれの濃度増加することを確認しました。また膜細孔内においては、運転開始直後の膜ろ過抵抗が小さい運転段階では、タンパク質と比較して多糖類由来の物質の存在はほとんど確認できませんでした。しかし運転経過により多糖類由来の物質濃度が増加することが実験結果より示されました。したがって膜細孔内の多糖類由来の物質がMBRのファウリング進行に大きく関与する可能性が示唆されました。

今年の年会は新型コロナウイルスの感染拡大により中止となりました。本来でしたら、ポスター発表や口頭発表の際に、多くの先生方にご意見をいただき、自身の成長や研究の発展に繋がればよいと思っておりました。この1年は年会の中止に加えて、台風19号の大雨の影響で本学が被災し、研究ができない時期もあり、苦難の連続でした。しかし今回このような立派な賞をいただくことができ、今までの努力が評価され、大変嬉しく思います。

最後に、終始親切にご指導賜りました東京都市大学の長岡裕教授、分析の際にご支援いただきました東京都市大学ナノテクノロジー研究推進センターの新藤恵美様、浜村尚樹様、研究室生活を支えていただいた水圏環境研究室の皆様、どんなときも温かく見守ってくれた家族に対し心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

群馬大学大学院理工学府理工学専攻 塩原大晟

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞を授与していただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、そして審査関係者の皆様に厚くお礼申しあげます。

私は「メタンからの有機物合成と微生物燃料電池の発電プロセスとの統合」という題目で発表させていただく予定でした。

現在メタンの主な用途は、燃料としてのエネルギー供給源です。一方メタノールは、有機化学工業の基幹原料として利用されているため、メタンを温和な条件で直接メタノールに変換できれば、メタンを化学原料として利用することが可能となります。メタン資化細菌は種々の酵素を有しており、温和な条件でメタンをメタノールへ生物学的に変換することができます。通常メタンはCO<sub>2</sub>まで完全酸化されますが、酵素メタノールデヒドロゲナーゼ(MDH)に対する阻害剤の添加により、中間代謝物のメタノールを細胞外に蓄積させることができます。しかしメタノールの効率的生成条件が十分に検討されていないことやメタノールの精製に大きなエネルギー投入が必要であることが課題です。そこで本研究では、メタン資化細菌によるメタンからメタノールへの効率的生成条件を検討すると共に、得られた未精製メタノールの有効利用法として、微生物燃料電池(Microbial fuel cell: MFC)による発電プロセスとの統合を試みました。

その結果MDH阻害剤としてリン酸緩衝液を用いた場合、最大で1.3 mMのメタノールが蓄積されました。またメタノールを唯一の炭素源として運転を行ったMFCでは、メタノールの分解にともなう一時的な酢酸の蓄積が観察されました。アノードの菌叢解析の結果、存在割合の高かった*Petrimonas*属と*Desulfosporosinus*属がメタノールを酢酸に変換し、電気産生微生物である*Geobacter*属が酢酸を分解することで発電が行われた可能性が示唆されました。また安定したMFCの発電には20 mMのメタノールを供給する必要がありましたが、1.0 mMのメタノールの供給でも電力生成が観察されたことから、メタン資化細菌によるメタノール合成プロセスとMFCの発電プロセスとの統合の可能性を得ました。

本研究は私が大学院進学後に取り組んだ新規の研究テーマであったため、試行錯誤を繰り返しながら取り組みました。今大会は新型コロナウイルスの感染拡大により、開催が中止され、ポスター発表および口頭発表をすることができませんでしたが、この2年間の研究成果が評価されたということは大変光栄であり、今後の励みになりました。

最後に、本研究を遂行するにあたり終始懇切なるご指導を賜りました群馬大学大学院理工学府環境創生部門の渡邊智秀教授、窪田恵一助教、様々な面で支えてくださった渡邊・窪田研究室の皆様、大学院進学を支援してくれた両親に対し、心より感謝申しあげます。



# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

東京大学大学院都市工学専攻 鈴木元彬

この度は第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を授与いただき、大変光栄に思っております。このような賞を用意してくださいました公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、水環境学会関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

今回、「台場周辺海域における太陽光と塩分による不活化を考慮した糞便指標微生物の挙動解析」という題目で要旨を提出いたしました。東京湾の台場周辺海域では、降雨時に遮集量を超えた未処理下水が公共用水域に越流する、合流式下水道雨天時越流水(CSO)による糞便汚染にともない、水辺における健康リスクの増大が懸念されています。また2021年に開催される予定の東京オリンピック・パラリンピックにおいてトライアスロン水泳競技、マラソンスイミングがお台場海浜公園で開催される予定であり、この海域での糞便汚染問題は注目されています。

これまでの降雨後の台場周辺海域における採水調査の結果、糞便汚染の指標となる微生物の挙動は水中の塩分濃度によって異なることが示唆されました。

そこで本研究では降雨後の台場周辺海域での採水調査を継続するとともに、室内実験によって下水由来の大腸菌、糞便性大腸菌群、腸球菌の3種類の指標細菌類、F特異大腸菌ファージ、体表面吸着ファージの2種類のウイルス指標の計5種類の指標微生物の太陽光と塩分によ

る不活化効果を調査しました。

実験の結果、5種類の指標微生物の中でF特異大腸菌ファージのみで塩分、大腸菌、糞便性大腸菌群、腸球菌、F特異大腸菌ファージの4指標で太陽光による不活化効果が認められました。一方で、体表面吸着ファージは塩分や太陽光による不活化効果は認められませんでした。

我々の研究グループではかねてより、降雨後の台場周辺海域における大腸菌濃度を予測するモデルが構築されており、今回の研究で算出された大腸菌の不活化係数を用いることでモデルの精度の向上も期待されます。

今回の学会にて口頭・ポスターでの発表ができなかったことは非常に残念でしたが、講演要旨を作るにあたり、新たな考察や課題を発見することができました。またこの学会に焦点を当てて研究を進めてきたことも大きなモチベーションとなりました。

本研究を進めるにあたり、下水試料の入手にご協力いただいた職員の皆様方、バイオトロンでの室内実験にご協力いただいた国立環境研究法人国立環境研究所生物・生態系環境研究センターの井上智美様に謝意を表します。

そして最後に、3年間にわたり熱心に指導して下さった古米弘明先生をはじめ、水環境制御研究室の指導教員の方々、実験方法等を丁寧に教えてくださった先輩方、ともに切磋琢磨しあった同期のメンバー、学生生活を支えてくださった家族に、心より深く感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 多田 悠人

この度は、日本水環境学会年会が新型コロナウイルスの感染拡大により中止になるといった大変厳しい状況であったにもかかわらず、年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という栄誉をいただき、誠にありがとうございます。真摯に研究に向き合ってきた結果をこのような形で評価していただき大変嬉しく思います。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、および審査に関われた方々に厚くお礼を申し上げます。

私は、「塩素処理における共存マンガンイオンによるハロ酢酸生成能への影響」という題目で要旨を提出させていただきました。ハロ酢酸類(HAAs)は、水道水中に含まれる発がん性を有する微量汚染物質であり、塩素原子が置換したHAAsが消毒副生成物(DBPs)として水質基準項目にあげられています。HAAsの生成量は、溶存有機物の濃度や種類、pH等様々な要因によって変化することが知られていますが、共存物質による間接的な影響については、十分な検討がなされていません。様々な共存物質のうち、金属イオンは錯体形成などによりDBPsの生成に寄与すると考えられますが、海外に比べて濃度が高いとされるマンガンの影響についての検討例はありません。そこで本研究では、マンガンイオンに着目し、塩素処理過程におけるHAA生成能(FP)への影響を評価しました。モデル物質を5種類選定し、マンガ

ンイオン共存下でHAAFP試験を行った結果、クエン酸のHAAFPがマンガンイオンにより大きく増加することを確認しました。さらに、クエン酸と類似の化学構造を持つジ、トリカルボン酸への影響を調べたところ、アコニット酸においてもジクロロ酢酸(DCAA)FPの上昇が確認できました。水道水質基準に定められているマンガンの基準値は $50 \mu\text{g L}^{-1}$ ですが、それ以下の $10 \mu\text{g L}^{-1}$ でさえも、クエン酸のDCAAFPに190%以上の上昇が見られ、基準値以下の低濃度のマンガンであってもHAAs生成に影響を及ぼすことが示唆されました。

この研究を始めたきっかけは、藻類培養用の培地のHAAFPが異常に高いことでした。各成分のHAAFPの合計値と培地のHAAFPが10倍以上異なっていました。マンガンイオンの添加により、劇的にHAAFPが上昇することを発見した時には、かなりの衝撃を受けました。

2020年度の年会は地元、京都での開催となります。その場で再び成果を発表できるように、これまで得た経験と反省を基に、さらに研究に尽力していくつもりです。最後に、本研究を遂行するにあたり懇切なるご指導を賜りました、京都大学大学院工学研究科の伊藤禎彦教授、越後信哉准教授、中西智宏助教、そして都市衛生工学研究室の皆様、ならびにいつも応援してくれている家族に心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 名 本 昂 生

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を授与いただき、誠にありがとうございました。新型コロナウイルス感染症流行拡大が懸念される中で、臨機応変に対応いただいた公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、および審査に関わられた皆様に厚く御礼申し上げます。

私の発表は、「光ファイバセンサを用いた振動及び圧力による浄水用ろ過膜損傷検知の検討」という題目でした。膜ろ過の浄水能力は膜の分離能力に依存するため、膜表面を未損傷に保つことが重要であり、膜ろ過浄水場では膜損傷検知試験を行っています。膜損傷検知試験は直接法と間接法の2つに大別され、それぞれ検知感度の高さ、常時監視可能という別々の特長を有するため、2つを組み合わせたことが理想的ですが、膜ろ過浄水場では、どちらかしか実施していない場合も多く、膜損傷に気づかずろ過装置を運転している例も報告されています。そこで本研究では、高感度かつ常時監視可能な光ファイバセンサを用いた新しい膜損傷検知法を検討しました。

膜損傷時に膜モジュール内に生じる変化として、膜モジュール内の流れの変化による破断膜の振動と損傷箇所での局所的な膜ろ過抵抗の減少によるハウジング内の圧力分布の変化が考えられたことから、本研究では、振動および圧力による検知方式を検討しました。

振動検知方式では、膜損傷による破断膜の振動が小さく、本研究の実験系では検知できませんでした。圧力検知方式では、隣接する2点間の差圧が、膜破断部の近傍で有意に変化しましたが、破断箇所以外でも有意差を検出しました。破断箇所以外の箇所のうち流出端については、短絡流量の発生による膜透過水量の減少が、流出端付近で強く影響したものと考えられましたが、流出端付近以外の位置でも2点間差圧の変化が観察され、この理由についてさらなる検証が必要です。これらの結果より、圧力検知方式により膜損傷検知および損傷位置、また局所的な流量変化の推定が可能だと推察されました。

年会在中止となり、現地での発表の機会は得られませんでした。準備を進める中で先生方からご指導いただいたことは、とても有意義でした。4月からも修士2年として研究を続けていきますので、この受賞を励みに研究にまい進したいと思います。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたって、懇切なるご指導を賜りました東京大学先端科学技術研究センターの橋本崇史講師ならびに東京大学大学院工学系研究科の滝沢智教授、小熊久美子准教授、風間しのぶ特任講師、そして様々な場面で支えてくださった研究室の皆様、友人、温かく見守ってくれた家族に深く感謝いたします。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

金沢大学大学院自然科学研究科 南 波 恒 行

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞を授与していただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、および審査に関わられた方々に厚くお礼申し上げます。

私は「PVDF 平膜を用いた MBR におけるバニリン添加による膜ファウリング抑制メカニズム」という題目で講演要旨を執筆させていただきました。膜分離活性汚泥法(MBR)では活性汚泥中の微生物が生成する細胞外高分子物質(EPS)により引き起こされる膜ファウリングによる透水性能低下の制御が重要であり、先行研究においてバニリンの添加が膜ファウリング抑制に効果的であることが確認されました。この結果を踏まえ、本研究はより孔径の小さい膜におけるバニリンによる膜ファウリング抑制効果を検証しそのメカニズムを明らかにすることを目的としました。

実験室規模の浸漬型 MBR を用いて人工下水にバニリンを添加した系と対照系による連続実験を行いました。その結果、未使用膜において膜の物理洗浄までの日数が対照系に比べバニリン添加系の方が長くなり、膜ファウリング抑制が確認されました。また未使用膜における、対照系に対するバニリン添加系の透過性回復率が使用済膜に比べ高いことから、バニリンによる膜ファウリング

の抑制結果は不可逆ファウリングの抑制によるものと考えられました。

バニリン添加による不可逆ファウリング抑制の要因として EPS の糖含有量の減少、EPS の高分子化が挙げられます。前述の要因を受け、EPS の糖含有量減少により膜の孔内に EPS が付着しにくくなり、EPS の高分子化により膜の孔内に EPS が入りにくくなったと考察しました。

今回の年会はコロナウイルスの影響で残念ながら現地での発表ができませんでしたが、受賞に至るまでに様々な経験をし、多様なスキルを身につけることができました。これらを今後の人生の礎として活かせるよう精進して参ります。

最後になりましたが、本研究を遂行するにあたり終始手厚いご指導を賜りました本多了先生をはじめ、指導教員の先生方、研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。また、本研究テーマは私と同じグループだった過去の先輩方が積み重ねてきた研究成果をもとに研究を行いました。私は、先輩方の研究成果なしでは今回の受賞は成し得なかったと考えております。研究室の先輩方に感謝と尊敬の念に堪えません。そして精神面で支えていただいた友人、後輩と精神面と経済面の両方で支えてくれた家族にこの場をお借りして心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

北海道大学大学院工学院環境リスク工学研究室 西澤祥太

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、研究要旨をご審査いただいた皆様、ならびに学会関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

私は、「真空紫外線とオゾンマイクロバブルを組み合わせた新規浄水処理技術の開発」というテーマで要旨を作成いたしました。1,4-dioxaneは、発がん性が疑われる有機化合物であるにもかかわらず、凝集、沈殿、砂ろ過による通常の浄水処理に加えて、オゾン、活性炭による高度浄水処理でも高効率な除去が難しいとされています。これに対して、当研究グループは、低圧水銀ランプから照射された真空紫外線(VUV光)と水分子の反応によってヒドロキシルラジカル( $\cdot\text{OH}$ )を生成する真空紫外線処理が1,4-dioxaneを分解することを報告してきました。この真空紫外線処理において、低圧水銀ランプからはVUV光だけでなく紫外線(UV光)も照射されます。UV光は、 $\cdot\text{OH}$ の生成には寄与しないため、UV光についてエネルギーの損失が発生することが真空紫外線処理の課題として考えられました。一方、水へのオゾンの溶解能力に優れたオゾンマイクロバブル( $\text{O}_3\text{-MB}$ )を用いた水処理が近年注目されています。オゾン分子がUV光を吸収して分解される際に $\cdot\text{OH}$ が生成されることから、

$\text{O}_3\text{-MB}$ を吹き込んだ処理水にVUV光とUV光を同時に照射することで、水分子がVUV光を、 $\text{O}_3\text{-MB}$ と溶存オゾンがUV光を吸収するため、UV光を $\cdot\text{OH}$ の生成に利用することができ、既存の真空紫外線処理と比較して多量の $\cdot\text{OH}$ が生成される可能性が考えられました。そこで、本研究では、VUV光、UV光と $\text{O}_3\text{-MB}$ の併用による1,4-dioxaneの高効率処理を試みました。その結果、 $\text{O}_3\text{-MB}$ とUV光の反応による $\cdot\text{OH}$ の生成を確認することはできなかったのですが、 $\text{O}_3\text{-MB}$ から水に溶解した溶存オゾンが存在することで、VUV光とUV光を照射した際の1,4-dioxaneの分解速度が向上することが明らかとなりました。また、この併用処理は、バブル径等の最適化によってオゾンの溶解効率を高めることで、真空紫外線処理を単独で行う場合よりも経済性に優れ得る可能性が示唆されました。

ポスター発表において、様々な分野の方々と本研究に関する議論ができなかったことは残念でしたが、本研究を進めるにあたり、北海道大学大学院工学研究院の松井佳彦教授、松下拓准教授、白崎伸隆助教には手厚いご指導を賜りました。加えて、環境リスク工学研究室の皆様と家族は、研究のみならず日常生活等様々な面で私を支えてくださりました。お世話になりました皆様に心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

群馬大学大学院理工学府理工学専攻 野口直暉

この度は、第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様および学会関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

私は「塩素消毒後の細菌の感潮域における再活性化」について研究いたしました。本研究では、下水処理場で塩素消毒された細菌が放流後、感潮域で塩濃度変化を受けることを想定し、塩濃度変化が細菌の不活化や再活性化に与える影響について検討しました。研究の結果、塩素消毒後の大腸菌は塩濃度変化(NaCl 0%→1.5%)により生菌数が5 log 程度増加し、再活性化が示されました。塩濃度変化による生菌数の増加は、塩濃度変化の直後2時間ですでに確認され、生菌数の増加速度は栄養培地で2時間培養した際の増殖速度を上回りました。このことから、潮汐変動で常に塩濃度が変化する感潮域でも再活性化が十分起こり得ることが示されました。また、この結果を裏付けるように、塩素消毒後の大腸菌を、実際の感潮域に浸漬した実験でも、生菌数の増加は確認されました。したがって、塩素消毒後の細菌は、放流後の河川や海域で再活性するという事です。河口や沿岸域は海水浴等のレクリエーションエリアとして利用される一方で、複数の下水処理場からの放流水が流れ込み、汚染が懸念される場所でもあります。また、都市河川の中

には河川水中に占める下水処理水の割合が50%を超えるものもあり、下水処理水が河川に及ぼす影響は少なくありません。本研究で得た知見が、塩素消毒の見直しや新たな排水基準の検討に繋がることを期待します。

研究に際して、私は「文舞両道」を心がけてやってきました。通常は武道の武ですが、私は演劇をやっており、学業と芝居の両立を目標としているため舞台の「舞」を使っています。演劇の本番が近い時は、大学から演劇の稽古に向かい、稽古が終わったら大学に戻って実験をするということもありました。今後も、研究と芝居の両方に尽力していく所存です。

本年度の年会は新型コロナウイルス感染防止の観点から中止となりました。去年はポスター発表で多くの方にご覧いただき、大変貴重なご意見を数多くいただきました。それゆえに、今回発表の場がなくなってしまったことは残念に思います。しかしながら、ポスター発表の代わりに、講演要旨原稿を選考委員会の皆様に熟考していただいた結果、クリタ特別賞がいただけたことは非常に光栄です。最後になりますが、本研究を遂行するにあたって熱心的なご指導をいただいた伊藤司准教授、研究活動のみならず多くの支援をいただいた水環境微生物研究室の皆様、また、学業と演劇の両立を見守ってくれた両親に対し、心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

横浜国立大学大学院環境情報学府 林 知 美

この度は、第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を授与していただき、誠にありがとうございます。また、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団をはじめ、公益社団法人日本水環境学会の皆さま、および学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

工場で利用されてきた揮発性有機塩素化合物(CVOC)の漏出、地下浸透することによる土壤・地下水汚染は全国に多数存在しており、発がん性等の人体影響が懸念されています。また、CVOCは汚染地下水から土壤中へ気化・拡散することで広がっていきませんが、広がりやすさは汚染物質や土壤の種類によって異なります。そこで今回の発表では、新たに規制に加わったクロロエチレン(VC)を中心に不飽和土壤中でのCVOCの気化・拡散挙動を測定し、土壤のどのようなパラメータが汚染の広がりに影響を及ぼすのかメカニズムの検討を行いました。

気化・拡散実験では、まず、10種類の多様な土壤試料をそれぞれガラスカラムに約10 cmの厚みで充填し、各カラム上部には流量 $25 \text{ mL min}^{-1}$ の湿潤空気を流しました。またカラム下部は密閉容器と結合されており、容器内にはテトラクロロエチレン(PCE)、トリクロロエチレン(TCE)、1,2-ジクロロエチレン(cis-DCEとtrans-DCE

の混合)原液の上に水を入れたそれぞれの容器とVCのパーミエーションチューブを置き、各物質の土壤カラムからの放散量を測定し、フィックの法則を用いて、みかけの拡散係数を算出しました。

実験結果からは、10種すべての土壤で分子量の一番小さいVCのみかけの拡散係数の値が大きくなり、拡散しやすいということが確認されました。しかし、CVOC拡散時の屈曲度を用いて検討を行ったところ、水を保持しやすい土壤ではVCの拡散のしやすさが低減されることが分かりました。このことから不飽和土壤中におけるCVOCの気化・拡散メカニズムとして、空隙率だけでなく体積含水比と各物質の水との親和性が影響することが明らかになりました。

第54回日本水環境学会年会はコロナウイルスの影響により開催されず、様々な方と議論を行うことができずとても残念に感じております。今後は今回いただきました賞を励みに、さらに努力していきたいと考えております。最後になりましたが、本研究を進めるにあたり手厚いご指導を賜りました、横浜国立大学の小林剛准教授、ならびにサポートしていただいた研究室のメンバーに心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

北海道大学大学院工学院環境創生工学専攻 林 寛 之

この度は日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、ならびに審査員の方々に厚くお礼申し上げます。

私は「GC-Oを用いたカルキ臭原因物質の分離・回収とOrbitrap質量分析計を用いた構造推定」と題して発表させていただきました。浄水処理にて添加が義務づけられている塩素に由来するカルキ臭が消費者の水道水離れの一因となっています。カルキ臭の原因物質としてはトリクロロミンやアルデヒド類が報告されていますが、それらの他にもカルキ臭に大きく寄与する物質の存在が示唆されています。しかしながら、塩素処理生成物および前駆物質の多様性から具体的な原因物質の解明には至っておりません。そこで本研究では、ヒトの嗅覚をGCの検出器とするGC-Olfactometry(GC-O)を用いてカルキ臭を個別の臭気に分離し、分離後の臭気物質についてOrbitrap質量分析計による分析の後、構造推定を行いました。

全国10カ所の浄水場の原水を50倍濃縮後に塩素処理を行い、生成した臭気成分を回収しGC-Oに導入して臭気を調べたところ、カルキ臭とは印象の異なる28種類の臭気に分離することができました。また、確認された臭気のうちいくつかは複数の浄水場原水の塩素処理サンプルから共通して現れることが確認できました。共通して

現れた臭気の中で、とくに強く感じられ、カルキ臭全体への寄与が大きいと考えられた臭気を自作のガス捕集管で回収し、Orbitrap質量分析計を用いてポジティブイオンモードで分析を行いました。測定したクロマトグラムを解析し、ブランクのサンプルからは得られず、回収した臭気のサンプルからは得られたピークの検出イオンの探索を行った結果、1種類の臭気のサンプルからピークが得られました。このピークについて、精密質量から分子式を推定すると $C_9H_{17}O_2N$  ( $\Delta=-1.19$  ppm)であることが分かりました。さらにこの検出イオンのMS/MSスペクトルを構造推定ツールを用いて解析することで臭気の原因物質の構造を推定することができました。

第54回年会は新型コロナウイルス(COVID-19)の感染拡大により開催が中止となってしまい、ポスター発表を行うことができず、参加者の方々と議論を交わすことができなかったことを非常に残念に思います。発表を行うことはできませんでしたが、年会に向けて試行錯誤を繰り返しながら研究に取り組んできた経験を今後の糧として精進してまいります。

最後に、本研究を行うにあたり熱心にご指導いただいた北海道大学工学研究院の松井佳彦教授、松下拓准教授、白崎伸隆准教授、そして研究に加え日常生活の様々な面で私を支えてくださった環境リスク工学研究室の皆様、家族に心から感謝申し上げます。



# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

東京農工大学大学院工学府応用化学専攻 細江彩華

この度は日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。残念ながら年会は中止になってしまいましたが、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、審査関係者の皆様、そして学会を運営してくださいました皆様に厚くお礼申し上げます。

本研究は、産業プロセスで発生するバイオフィルムの形成を抑制すべく、従来の薬剤処理に代わる新たな処理方法の適用可能性を評価するものです。産業プロセスの中でも、例えば冷却水系や製紙工場等の各設備にバイオフィルムが形成されてしまうと、配管の閉塞等を引き起こし、工場の安定運転を妨げたり、製品品質を低下させたりする恐れがあります。従来では抗菌剤等による処理が行われていますが、排出薬剤による環境汚染が懸念されています。そこで、これらの産業プロセスにおけるバイオフィルムの形成を抑制するために、形成に関与する生理学的特性に着目しました。細菌にはシグナル物質を用いて近傍の細菌密度を感知し、細菌密度が閾値を超えると一斉に特定遺伝子を発現するクオラムセンシング(QS)機構を持つ種類が存在し、このような細菌によりバイオフィルム形成が促進されます。QS機構によるバイオフィルムの発生を抑制するため、細菌細胞間のシグナル伝達を遮断し、QSを阻害する技術が開発されてお

り、代表的なシグナル物質である*N*-アシル-L-ホモセリンラクトン(AHL)が広く研究されています。本研究では、冷却水系から獲得した*Sphingopyxis* sp.からAHL分解酵素であるラクトナーゼを獲得し、細菌のバイオフィルム形成量の経時変化に及ぼす影響を調査しました。その結果、ラクトナーゼによって製紙工場から獲得した*Pseudomonas putida*のバイオフィルム形成量の抑制効果が見られました。その効果はラクトナーゼ濃度が高いほど大きくなり、培養期間中のバイオフィルム量を約8割抑制することが確認できました。今後は、連続通水試験や複合系における検討を行う予定です。

学生最後の学会発表で研究成果を発表したり、様々な分野の方々と議論したりする機会がなくなってしまったのは大変心残りですが、年会で発表予定だった結果を含めて、大学院での研究生活で得られた成果を別の形で発表したいと思っております。最後に、本研究を遂行するにあたり終始懇切なるご指導を賜りました寺田昭彦先生、細見正明先生、利谷翔平先生、末永俊和先生、様々なご助言を賜りました宇都宮大学の諸星知広先生、ともに研究室生活を過ごした同期や先輩方、後輩達、そして支えてくれた家族に、この場をお借りしまして心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

中央大学大学院理工学研究科都市人間環境学専攻 益子理保

この度は、第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という大変名誉ある賞を授与していただき、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様をはじめ、審査関係者の皆様、私の要旨をご覧いただきました皆様、そして本年会を運営してくださった皆様に厚く御礼申し上げます。

私は今回、「AnMBRにおけるバイオガス中 $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{S}$ 上昇メカニズムの解明」という題目で発表させていただきました。省エネルギーやバイオガス回収の観点から、廃棄物由来バイオガスの嫌気性消化に注目が集まっている一方、一般的に下水汚泥の消化には、大規模な消化槽の前段に濃縮槽が別途必要なため、現在のところ、資金とスペースに余裕のあるいくつかの大規模下水処理場への導入に限られています。嫌気性膜分離法(AnMBR)は、膜分離特有の省スペース性を消化プロセスに付加したシステムであり、消化前段の汚泥濃縮プロセスを省略することができる他、HRTとSRTを個別に制御できる利点を有しています。これまでに我々は、実験室規模のAnMBR装置を用いた半連続運転により、従来の完全混合法(CSTR)と比べてバイオガス中の $\text{CH}_4$ 濃度が10%程度高いことが明らかになっていますが、本研究では未

報告であるAnMBRの連続運転におけるバイオガス中の $\text{CH}_4$ 濃度上昇メカニズムを検討した結果について報告しました。

下水処理場でパイロット規模のAnMBR運転を行った結果、 $\text{CH}_4$ 濃度はCSTRより高い値(74%)を示しました。これは、HRTの短縮にともなってバイオガス中 $\text{CH}_4$ 濃度が増加し、発生したバイオガス中の $\text{CO}_2$ が消化液に溶解し、膜透過水として排出されたことが明らかになりました。同様にHRTを短縮したAnMBR運転によりバイオガス中の $\text{H}_2\text{S}$ が消化液に溶解・排出されたことが示唆されました。これより、HRTを短縮したAnMBR運転によって、発電に適した高い $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{S}$ 比のバイオガスが得られることが示されました。

今回の発表では、誌面発表となり、ポスター発表や口頭発表の機会がなくなってしまったのは、非常に残念でしたが、本研究がこのように評価されたことは大変光栄で、嬉しく思います。

最後に、本研究を遂行するにあたりご指導くださった、中央大学の山村寛准教授、渡辺義公教授、研究生活を支えてくださった研究室の皆様、そして家族に御礼申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 安井 碧

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、心より嬉しく思っております。このような賞をご用意くださった公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様および学会関係者の皆様、審査に関わってくださった皆様に厚くお礼申しあげます。新型コロナウイルス感染拡大により実際に口頭・ポスター発表をすることができなかったことが、大変残念です。

今回、私は「化学凝集によるウイルス除去に表面特性および原水水質が及ぼす影響評価」という題目で発表をさせていただく予定でした。下水再生水を導入するにあたって、腸管系ウイルスの除去はウイルスの小用量感染性と水処理に対する生残性の高さから、最重要課題の一つとされています。実際に下水再生水に関するガイドラインを定めているアメリカのカリフォルニア州では、複数の水処理を組み合わせることで下水から合計で  $12 \log_{10}$  のウイルスを除去することを除去目標に定めています。水処理の中で私の扱った凝集・膜ろ過処理では、ウイルスの高い除去率を得られることがわかっていますが、化学凝集状態はウイルスの表面特性や原水水質によって変化するため、凝集・膜ろ過処理のウイルス除去能を保証するためにはそれらの影響を評価する必要があります。このような背景から本研究では、化学凝集状態にウイルス表面特性および原水水質が及ぼす影響を調査しました。

ウイルス表面特性が凝集状態に及ぼす影響に関しては

F 特異 RNA フェージ (FRNAPH) 野生株を用い、評価を行いました。異なる凝集性を示した F 特異 RNA フェージの野生株 3 株を実際に下水再生処理の導入が検討されているアリゾナ州の処理場の三次処理水に添加し、連続運転によるインライン凝集・膜ろ過処理を行ったところ、凝集性が最も低かった株のみがろ過水から検出され、ウイルスの凝集性が凝集・膜ろ過処理に影響を与える可能性が示唆されました。原水水質が及ぼす影響に関しては、試験水においても三次処理水においても同程度の有機物濃度の原水では濁質の増加によってウイルス除去率が上昇し、急速攪拌のみを実施する凝集工程において濁質がより大きなフロックへのウイルス捕捉を促進する働きをしていると推測されました。

本研究では、アリゾナ大学 Water and Energy Sustainable Technology Center や METAWATER 株式会社の R & D センターなど様々な場所で実験をさせていただきました。また国際学会での発表の機会もいただきました。様々な経験を積むことができ、非常に貴重な体験となりました。この 4 月から博士課程に進学し、研究を続けていくうえでもこれらの経験を活かしていきたいと思っております。

最後に、本研究を進めるにあたり、指導教官として最初から最後までご指導くださった片山浩之教授および水環境制御研究室・都市衛生工学研究室内の先生方、先輩方、同期、本研究に協力してくださったすべての方に心より感謝いたします。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

北海道大学大学院工学院環境創生工学専攻 山 川 むつみ

この度は日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という名誉ある賞をいただき、誠に有難うございました。新型コロナウイルスの影響で年会が中止になったにもかかわらず、このような形で授与していただけたことを大変光栄に存じます。異例事態の中ご対応してくださった学会関係者の皆様、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、および審査に関わられた方々に厚くお礼申し上げます。

私は、「有機物回収を目的とした都市下水の直接膜ろ過における膜ファウリング」という題目で研究を行いました。現在国内外で広く普及している下水処理プロセスは、下水中に含まれる有機物(エネルギー源)を膨大なエネルギーを注入することで分解しています。つまり、下水処理プロセスはエネルギー消費者であるというのが現状です。一方、下水中の有機物を効率的にエネルギー回収プロセスに回すことで、下水処理プロセスがエネルギー生産者になり得るという報告があります。エネルギー回収プロセスとして嫌気性消化の適用を想定していますが、嫌気性処理プロセスが適用可能な有機物濃度に比べ都市下水中有機物濃度が低い場合、下水を濃縮することで嫌気性消化を都市下水に適用することが可能になると考えられます。そこで我々のグループでは膜を用いた都市下水中有機物の濃縮回収を提案しています。しかし、有機物濃縮を目的とした下水の直接膜ろ過を行うと深刻な膜

ファウリング(膜の目詰まり)が発生します。この膜ファウリングは運転コストを増加させ、エネルギー回収プロセスとして導入する際の大きな障壁となります。そこで本研究では、膜ファウリングの発生を効果的に抑制するために、様々な膜洗浄方法を検討するとともに、膜ファウリング発生機構について調査しました。その結果、間欠ばっ気と、クエン酸と次亜塩素酸ナトリウムによる逆洗を実施することで、膜ファウリング発生を効果的に抑制することが可能となりました。また、走査型電子顕微鏡(SEM)の観察結果から、低水温期は膜表面上に1 $\mu\text{m}$ 大の粒子状物質が蓄積しやすい状況が生じることでファウリングが発生しやすくなるのではないかと、この考察に至りました。しかしこれに関しては更なる調査が必要であると考えております。

最後になりますが、本研究を遂行するにあたり終始懇切なるご指導を賜りました北海道大学大学院工学研究院の木村克輝教授、羽深昭助教、実験装置の組み立てや安全指導など実験を行う上での様々なご助言をいただきました北海道大学次世代都市代謝教育研究センターの工藤憲三様、創成川水再生プラザをお貸ししてくださった札幌市様、そして日々様々な面で支援してくださった水再生工学研究室の皆様、ならびに学生生活を支えてくださった家族に心より感謝申し上げます。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

京都大学大学院地球環境学舎 芳野浩志

今回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞できたこと、大変光栄に思っています。このような大変な時期に尽力してくださった学会関係者の皆様、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、受賞選考に関わる審査をしてくださった皆様に心からお礼申し上げます。

私は「新興国の一般家庭における水利用目的別のペルおよびポリフルオロアルキル物質(PFASs)の排出原単位の検討」という題目で発表させていただきました。私はこの研究調査のために2019年8月から12月において、ネパール国カトマンズ市とベトナム国ダナン市を訪問しましたが、海外調査は初めての体験であったので、難しさと面白さを痛烈に感じたことを覚えています。これらの地域は、河川が汚れていたり、街中にゴミが散乱していたりと「目に見える汚染」は日本と比べて進んでいるものの、「目に見えない汚染」として知られるPFASsによる汚染は生活排水でどれほど進んでいるのか分かっていません。

PFASsは、界面活性剤であり、撥水性・撥油性に優れた性質を有し、様々な製品に使用されてきました。しかし、難分解性や内分泌攪乱作用が指摘されており、2019年ストックホルム条約において、代表物質であるペルフルオロオクタ酸(PFOA)とその塩およびPFOA関連物質が附属書A(廃絶)へ追加されるなど、近年規制の動きが高まっています。新興国ではPFASsの存在は確認さ

れているものの、環境中で規制物質を生成し得る前駆体を含めた研究は限られています。本研究は、前駆体から生成するPFAAs(Per-fluoroalkyl acids)をTOP(Total oxidizable precursor)と定義した評価手法を用いて、ネパール国カトマンズ市における水利用目的別のTOPを含めたPFASsの排出原単位を検討しました。その方法は、前駆体を一定条件下で酸化分解し、実験的に前駆体をPFAAsに変換します。排出源単位は、濃度に水利用量に乗じて求めました。その結果、カトマンズの生活排水からの排出原単位は、トイレ排水で $7,277 \text{ ng 人}^{-1} \text{ 日}^{-1}$ 、料理排水で $3,882 \text{ ng 人}^{-1} \text{ 日}^{-1}$ となりました。また、TOPは料理排水に81%、トイレに34%の内訳で含まれており、従来評価できなかった前駆体が定量されました。PFAAsに酸化し得る前駆体を含めた排出原単位を検討することで、環境中に排出されるPFAAsをより定量的に評価できました。今後は、日本でも同様の調査を行い比較する予定です。

最後にいつもの確かな指導して下さった、京都大学地球環境学舎の藤井滋穂教授、田中周平准教授、原田英典助教ならびに海外調査でお世話になったトリブバン大学のSangeeta Singh教授、ダナン理工科大学のTran Van Quang准教授に感謝申し上げます。また、学部時代指導して下さった立命館大学の惣田訓教授、清水聡行講師に感謝申し上げます。そして研究を手伝っていただいた研究室の皆さん、本当にありがとうございました。

# 第54回日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)を受賞して

大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻 任 羽

この度は、日本水環境学会年会優秀発表特別賞(クリタ特別賞)という非常に名誉ある賞をいただきまして、誠にありがとうございました。公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の皆様、学会関係者の皆様、審査関係者の皆様に厚くお礼申しあげます。

私の研究は、余剰汚泥を活用したバイオプラスチック(ポリヒドロキシアルカン酸;PHA)生産技術の開発を目的としています。微生物細胞が主成分である余剰汚泥は、生汚泥に比べて嫌気性消化効率が低く、下水汚泥の有効利用促進において大きなボトルネックとなっています。私が所属する研究室では、余剰汚泥そのままを資源に転換するのではなく、余剰汚泥中に存在する微生物がもつ触媒機能を資源生産に活用することを検討しています。その中で、私はPHA、生分解性および生体適合性に優れるバイオプラスチック原料として知られるPHAの生産に取り組んでいます。PHAは多様な微生物が炭素・エネルギーの貯蔵物質として細胞内に蓄積することが知られていますが、余剰汚泥のPHA蓄積能は一般的には高くないことから、PHA生産に用いるためには、余剰汚泥中に生息する多種多様な微生物の中からPHA蓄積微生物を選択的に集積することが必要となります。そこで私の研究では、余剰汚泥中のPHA蓄積微生物を短期間

で蓄積できる方法の開発を試みました。集積に係る各種条件を変更して集積を繰り返し、それぞれのPHA蓄積能力を評価しました。その結果、最終的には2日間の集積期間で、細胞内に約70%ものPHAを蓄積できる微生物群集の集積に成功し、PHA蓄積微生物の選択性の向上に関係する重要な要因を明らかにすることができました。

私は修士一年生からこの研究に取り組んできました。初めのうちはリアクターやPHAなどについて全く知らない状態でした。この一年間は日々学ぶことばかりで、リアクターがうまく作動しなかったり、実験のために徹夜したことなどもありました。しかし、どんな質問にも真摯に向き合ってくれる研究グループのメンバーに助けをいただくことで多くの困難を乗り越えることができました。

最後に、本研究を行うにあたり懇切なご指導を賜りました、大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻の池道彦教授、井上大介准教授に心より感謝を申しあげます。また、共に研究に取り組んでくださった福山篤史氏、三和康平氏、そして、日常生活等様々な面で支えてくださった研究室の皆様、友人、両親に心より感謝申しあげます。