

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

京都大学工学部地球工学科 和 世 直 輝

この度は日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)において最優秀賞という大変名誉ある賞をいただき、非常に光栄に思っております。コロナ禍が続く中オンライン開催に尽力してくださった関係者の皆様、ライオン株式会社の皆様、そしてポスターをご覧いただきご意見をくださった皆様に厚く御礼申し上げます。

私は今回「琵琶湖北湖の柱状堆積物の分析および年代測定によるマイクロプラスチック汚染の歴史の変遷の推定」という題で発表させていただきました。粒径5 mm未満のプラスチック片であるマイクロプラスチック(MPs)は環境中で分解されずに蓄積し、生態系や人体に悪影響を与えると懸念されています。しかしプラスチック汚染が目目され始めたのは太平洋ゴミベルトが発見された1997年頃からであり、それ以前の汚染実態についての知見はあまりないのが現状です。環境中のMPsは雨などによって河川に洗い出され、最終的に海や湖沼の底泥に堆積しているとされています。そこで本研究では流域の最終到達地とされる琵琶湖北湖の柱状堆積物に含まれる粒径10  $\mu\text{m}$  ~ 5 mmのMPsを分析し、また放射性同位体の分析をいであ株式会社様に依頼して年代測定を行い、MPs汚染の歴史の変遷を推定しました。

32 cmの柱状堆積物を1 cmごとに分析した結果、MPs

は粒径300  $\mu\text{m}$  ~ 5 mmではほとんど検出されませんが、粒径10~300  $\mu\text{m}$ では多数検出されました。MPs個数密度は表層から深くなるごとに増加し、8~9 cmの2007年相当の層で最大の842,000個  $\text{kg}^{-1}\text{-dry}$ となり、それ以深は減少する傾向を示しました。年代の攪乱はなく1931~2020年の堆積物であると分かりました。さらにこの個数密度を粒径別に分け日本における年代別のプラスチック生産量と比較すると、粒径が小さいほど個数密度が大きいう傾向が見られ、生産量に約10年遅れて従うという関連性があると分かりました。今後は琵琶湖の流入河川などを含めた流域単位で過去と現在におけるMPsの汚染実態を把握していきたいと考えています。

最後に、本研究を進めるにあたり多くの方にご助言、ご協力を賜りました。いつも熱心にご指導いただいた京都大学地球環境学堂の田中周平准教授とゼロから実験・分析を教えていただいた森谷麻未先輩や雪岡聖博士および研究室の皆様、試料の採取にご助力いただいた滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの早川和秀博士および職員の皆様、京都工芸繊維大学の布施泰朗准教授および研究室の皆様、放射性同位体を分析していただいたいであ株式会社の担当者様、そしてお世話になったすべての方々に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

北海道大学工学部環境リスク工学研究室 阿久戸 太陽

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)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。ライオン株式会社の皆様、学会関係者の皆様、ならびにポスター発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

私は、「真空紫外線(VUV)ベースの促進還元処理の可能性」と題し発表させていただきました。促進酸化処理のひとつであるVUV処理では、VUVランプから照射されるVUV光が水分子を励起して発生するOHラジカルにより、オゾンより広範囲な物質を分解できると報告されています。しかしながら、ランプからはVUV光に加えUV光も照射され、このUV光が投入電力の90%を占めているにもかかわらず、分解にほとんど寄与しません。そのためエネルギー効率が低く、実浄水処理へのVUVの導入を拒む一因となっています。そこで本研究では、VUVとオゾンを組み合わせることにより、これまで無駄にされていたUV光とオゾンからOHラジカルを生成することでVUV処理のエネルギー効率の大幅な向上を図り、オゾンで対応が困難な汚染物質の高効率な分解処理法の構築を試みました。本研究で対象とした5種の物質はいずれもオゾンでは分解できませんでしたが、エピクロロヒドリンなどの4種の物質はVUV処理では分解することができ、さらに、VUVとオゾンを組み合わせた処理によって分解を大幅に促進することができました。

これより、オゾンでは対応できない物質でも、VUVあるいはVUVとオゾンを組み合わせることにより浄水処理で対応可能であることが示されました。しかしながら、DCANはVUV処理のみならずVUVオゾン処理でもほとんど分解することができず、酸化処理では対応が困難であることがわかりました。そのため、還元的な分解処理法の構築を試みました。VUV光が水分子を励起すると水和電子などの還元種も生成されますが、これらの還元種はDOとすぐに反応し消失してしまいます。そこで、窒素曝気によりDO濃度を低減し、還元種濃度を上げてVUV処理を行ったところDCANの分解を大幅に促進することができました。これより、酸化では対応できなかったDCANもVUVベースの還元処理で対応可能であることが示されました。

今年もオンライン開催となったため、少数の方との質疑応答となりましたが、貴重なご意見をいただき、新たな発想を得ることで自分の研究を別視点から客観的に捉えることができました。今後の研究活動ではこのような経験を活かし、より一層精進したいと思います。

最後に、本研究を進めるにあたり、たくさんのご指導をいただきました北海道大学大学院工学研究院の松下拓准教授をはじめ、松井佳彦教授、白崎伸隆准教授、環境リスク工学研究室の皆様、そして、家族に心より感謝を申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

北海道大学工学部 安藤大將

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)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した。学会を運営して下さった皆様、ライオン株式会社の皆様、そして学会当日にポスター発表を聞きに来て下さった皆様に厚くお礼申し上げます。

私は今回、「塩素処理による農薬フェントエートのChE活性阻害性の変化と阻害に寄与する生成物の推定」というテーマで発表させていただきました。有機リン系農薬は水道水質管理目標設定項目の測定対象であり、コリンエステラーゼ(ChE)活性阻害性を有します。浄水場において凝集沈澱、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、オキソン体等の塩素処理生成物に変換されると報告されています。このオキソン体もChE活性阻害性を有することから水道水質管理設定項目の対象とされています。しかし、国内出荷量3位の有機リン系農薬であるフェントエートにおいては、現在、測定対象とされているのは農薬原体のみであり、塩素処理生成物については構造や毒性について検討されることなく測定対象から除外されています。本研究ではこのフェントエートを対象物質とし、現行の水道水質管理目標設定項目におけるフェントエートの扱いの妥当性評価を研究の目的としました。

実験の結果から、フェントエート原体が塩素との接触

で分解したこと、原体から変換された塩素処理生成物の中には原体よりも強い毒性を誘発するものが存在していることがわかりました。この物質をカラム分画によって塩素処理後のサンプルから分離し、物質構造を推定したところ、フェントエートのオキソン体であることが示唆されました。これにより、現行の水質管理目標設定項目におけるフェントエートの扱いは妥当ではなく、オキソン体も測定対象に加える必要があると提言されました。今後はオキソン体の標準品を用いて、オキソン体の毒性への寄与を実証することを考えています。

今年度の学会もオンラインでの開催となり、画面越しでの発表となりました。また、限られた時間の中で行われた質疑応答では、多くの方に入室していただいたものの、全員と会話することはできませんでした。しかし、短い中でも積極的に質問を投げかけていただき、議論できたことを嬉しく感じております。名誉ある賞をいただけたこと、議論を交わせたことを糧とし、今後の研究に尽力して参ります。

最後に、本研究の進行とポスター作成、発表準備にあたり、多大なるご指導とご助言をいただきました北海道大学大学院工学研究科の松下拓准教授をはじめ、松井佳彦教授、白崎伸隆准教授、環境リスク工学研究室の皆様、そして私を支えて下さった家族に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

東京工業高等専門学校物質工学科 岩崎多聞

この度は、第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)という名誉ある賞を授与していただき、大変光栄に思っております。年会関係者の皆様、ライオン株式会社の皆様、そして本ポスター発表に耳を傾けていただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

本研究では、ネオニコチノイド系農薬原体の水生生物に対する生態毒性試験と、農薬原体の加水分解生成物の分離・定量法について検討いたしました。ネオニコチノイド系農薬とは1990年代より、有機リン系農薬に替わり普及した新しい農薬です。ネオニコチノイド系農薬は7種類存在しますが、本研究ではチアメトキサム(TMX, thiamethoxam)という物質に焦点を当てました。この農薬は分子構造上、酸性および中性条件では長期的に安定して存在します。しかし、塩基性条件においては水酸基による攻撃を受けるため、加水分解され数種類の分解生成物を与えることが報告されています。一方、従来の農薬取締法では、農薬原体に対する基準値のみ制定されており、実環境中での農薬の動態変化に対する毒性は考慮されておられません。そこで本研究では、TMXの水生生物に対する毒性を評価することを目的とし、供試生物として *Daphnia magna* を用いて、72時間急性遊泳阻害試験および、21日間繁殖阻害試験を実施いたしました。また、TMX原体に対して、塩基性(pH 8)、常温(25℃)の条件下で30日間の加水分解試験を行い、HPLCによる

分解生成物の分離を検討いたしました。

その結果、72時間急性遊泳阻害試験の実施により、TMX原体の *D.magna* に対する遊泳阻害を確認いたしました。一方で、急性毒性を示さないとされる濃度以下での繁殖阻害試験では、TMX濃度の上昇にともない、*D.magna*の産仔数を増加させる結果を得ました。これらの2種類の毒性試験の結果より、TMXは濃度変化に応じて、繁殖促進効果および、毒性発現の可能性を有する可能性が示唆されました。また、30日間の加水分解試験により5種類の分解生成物の生成を確認いたしました。よって、塩基性条件下では、農薬原体のみならず分解生成物への毒性を考慮する必要性が考えられます。

初の学会発表ということで緊張もあり質疑に対する応答など至らない点もございましたが、多くの方に興味をもっていただき、活発なディスカッションを行えました。年会を通して、自身の研究を多角的な視点から捉え、新たな研究の方向性に思いを馳せることができました。ライオン賞の受賞を励みに、今後は気持ちを改めて研究活動に取り組んで参る所存です。最後になりましたが、本研究を進めるにあたり、多大なる御指導と御助言を賜りました、東京工業高等専門学校物質工学科の庄司良教授、研究生活の苦楽を共に過ごし、切磋琢磨した庄司研究室の皆様、そして日々の生活をサポートしていただいた両親に対して心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

都城工業高等専門学校物質工学専攻 新 島 二 葉

この度は第56回日本水環境学会年会学生ポスター賞(ライオン賞)という名誉ある賞を授与いただき誠にありがとうございます。ライオン株式会社の皆様、年会関係者の皆様に厚くお礼申しあげます。

私は「フェノール模擬廃水処理UASB反応槽で優占するDPANNアーキアの生態及び機能解明の試み」と題して発表いたしました。DPANNアーキアは細胞とゲノムサイズが極小という特徴を持っており、一部の系統群は他のアーキアと共生することが確認されています。しかし、ほとんどの系統群は未培養であり、代謝等に関する不明な点が多い微生物です。そこで本研究では、DPANNアーキアの生態および機能解明を目的として、DPANNアーキアが優占して存在することを確認したフェノール模擬廃水処理UASB反応槽からグラニュー汚泥を採取し、16S rRNA遺伝子に基づく相関解析とメタゲノム解析を行いました。

結果として、16S rRNA遺伝子に基づく微生物群集構造解析では、DPANNとして知られるMicrarchaeotaが0.03%、Nanoarchaeotaが3.65%検出され、とくに、Nanoarchaeotaは反応槽全体で6番目に優占して存在していました。この2種のDPANNアーキアと相関のある微生物を明らかにするためにスペアマンの順位相関解析を行うと、Micrarchaeotaと5種の微生物、Nanoarchaeotaと22種

の微生物との間に正の相関があることが分かりました。とくに、高い存在割合を示した嫌気性微生物群との間には強い正の相関がみられたため、フェノール模擬廃水処理UASB反応槽に存在するDPANNアーキアはこれらの微生物と相互作用して生育していることが示唆されました。また、検出された2種のDPANNアーキアのゲノム情報に着目すると、NanoarchaeotaおよびMicrarchaeotaはアミノ酸や脂質などの生合成経路を欠いている一方で、ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RubisCO)を保持しており、ヌクレオシド利用経路が存在することが確認されました。また、Micrarchaeotaはペントースリン酸経路を保有し、プリンヌクレオシドを代謝可能であることが示唆されました。これらの結果より、2種のDPANNアーキアは寄生または共生的なライフスタイルに依存している可能性が考えられました。

今回は、第54回年会、第55回年会に引き続き3回目の参加となりました。当日は多くの方々に興味を持っていただき、緊張感を持ちつつも楽しくディスカッションを行うことができました。最後になりましたが、本研究を遂行するにあたり終始熱心にご指導いただきました黒田恭平先生、野口太郎先生をはじめ、研究を進める上でご協力いただきました皆様に心より感謝申しあげます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

東洋大学理工学部応用化学科 染谷果穂

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)という大変名誉ある賞をいただき、光栄に思っております。選考に携わられた年会運営委員の皆様、ライオン株式会社の皆様、学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

私は、「1,4-ジオキサンを分解する混合細菌系における分解活性と生物叢の解明」について研究を行い、その成果を報告させていただきました。

1,4-ジオキサンは、環境に残留しやすく、ヒトへの発がん性が疑われる化学物質です。通常の生物処理では分解困難とされておりますが、近年、特定の微生物による1,4-ジオキサン処理が注目されております。

当研究室では、1,4-ジオキサンを分解可能な混合細菌系9-E系の獲得に成功しており、今回、分解活性について動力的解明を行うと共にクローニング解析による構成微生物の解明、さらに分解菌の単離培養を行いました。まず1,4-ジオキサン濃度と温度条件をそれぞれ変えることで、分解速度への影響を評価しました。その結果、9-E系は既存の株と比較して、 $K_m$ や温度依存性は大きいですが $V_{max}$ は $0.085 \text{ mg (mg-protein h)}^{-1}$ と高い1,4-ジオキサン分解活性を確認いたしました。

次に、クローンライブラリ解析を行った結果、9-E系は *Pseudonocardia dioxanivorans* と *Afipia clevelandensis*

の2種類で構成される混合系であることを解明しました。さらに、9-E系から単離培養を行い、構成種である2種の菌(9-EU2株と9-EY2株)の単離に成功しました。単離した各細菌の1,4-ジオキサンの分解活性を評価しましたが、単離すると分解活性が大幅に低下する傾向が確認されました。

最後に各単離株において、1,4-ジオキサン分解に関連する遺伝子である可溶性二鉄モノオキシゲナーゼ(SDIMO遺伝子)の有無を調査しました。その結果、9-EU2株ではSDIMO遺伝子が確認され、9-EY2株は確認できませんでした。

混合系では高い分解活性であったにもかかわらず、単離すると分解活性がほとんど確認できなくなったことについては、何らかの共生関係が必要ではないのかと考えており、今後さらなる調査を行って参ります。

最後になりましたが、本研究の遂行にあたり終始多大なるご指導を賜った東洋大学の井坂和一先生、峯岸宏明先生、分析のご指導をいただいた埼玉県環境科学国際センター見島伊織先生、SDIMO遺伝子解析に関するご助言を賜りました大阪大学の池道彦先生、井上大介先生、協力していただいた環境工学研究室の皆様、そしていつも応援をしてくれている家族や友人にこの場をお借りして心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科 高松由樹

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)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。このような素晴らしい機会を与えてくださったライオン株式会社の皆様、学会関係者の皆様、ポスター発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

私は「平常時のプール水における微生物学的水質調査」というテーマで発表させていただきました。プールは一般的に塩素消毒とろ過処理により管理され、大腸菌は不検出(/100 mL)であることと定められています。しかし、大腸菌ほど塩素やろ過が有効でない病原ウイルスが存在し、大腸菌が不検出であることと感染リスクの不在は同一視できません。また、集団感染が発生していない平常時のプール水中の病原微生物の存在状況や残留塩素濃度、水処理方式、立地、利用状況などの因子が病原微生物汚染に与える影響に関する研究報告は多くありません。そこで本研究では、平常時の小学校および遊泳用プールの利用状況や水質管理状況に応じた微生物汚染の実態調査と汚染要因の検証、そして、汚染指標の有効性評価を目的としました。本研究で調査した13施設は水質基準に準じ、塩素やろ過処理などの水質管理は適切に行われていました。遊泳者が少ない時期には指標微生物は検

出されにくいものの、トウガラシ微班ウイルス(PMMoV)、crAssphage、HF183は検出されており、これらは水質管理が機能しているプールにおいても糞便汚染指標として有効であると考えられました。また、大腸菌やFファージが培養法で検出されたため、現行の管理手法では完全な微生物不活化は困難であることが示唆されました。このことから、本研究では病原微生物は不検出でしたが、病原微生物が感染者から排出された場合、少なくとも一部は感染力を保持した状態でプール水中に存在する可能性が示唆されました。今後はリスク評価のためにさらなるデータの蓄積が必要であると考えます。

今回の年会は昨年引き続きオンラインでの開催となりましたが、多くの発表を拝聴し、また、自身の発表を通じて大変貴重な経験をすることができました。多くの方々には本研究に興味を持っていただけたことは今後の研究活動の大きな励みとなります。最後に、本研究を行うにあたり、ご指導いただいた富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科の端昭彦講師には多大なるご助力をいただきました。その他にも、同大学の黒田啓介准教授、試料を提供いただいたプール施設の皆様および本研究に協力してくださったすべての皆様に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

東北大学建築・社会環境工学科 高山 峻

この度は第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)という大変名誉ある賞をいただきとても嬉しく思います。新型コロナウイルスの影響が続く厳しい状況下ではありますが、今年度もオンラインという形で素晴らしい年会の開催にご尽力賜りましたライオン株式会社の皆様、日本水環境学会の皆様をはじめとするすべての関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

私は「水環境由来細菌への薬剤耐性遺伝子の接合伝達評価」と題した研究を発表いたしました。不適切な抗菌薬の使用を背景に薬剤耐性細菌による健康被害が懸念されています。現在水環境中から薬剤耐性細菌および薬剤耐性遺伝子が検出されており、岩の表面や水処理施設などのバイオフィルムを形成する水環境特有の場において、薬剤耐性遺伝子の伝播が効率的に行われている可能性があります。水環境中における接合伝達効率を定量的に評価されていない状況にあります。そこで本研究では水環境由来の薬剤耐性細菌と薬剤感受性細菌を用いて、接合伝達による薬剤耐性遺伝子の伝播効率の評価を行いました。

実験では供与菌として水産養殖場から単離された多剤耐性プラスミドを保有する細菌を用い、受容菌として下水、2次処理水、海洋から単離した薬剤感受性細菌株を使用しました。供与菌と受容菌の生菌数が1:1になるように調整した懸濁培地を孔径22 μmのフィルターを用いて吸引ろ過を行いました。吸引ろ過後バイオフィルムを

想定し、フィルターをLB寒天培地上に18時間25℃で静置しました。フィルター上の細菌をPBS液中に懸濁させ、段階希釈後に通常の寒天培地と抗菌薬を含んだ寒天培地に塗抹し、45℃で24時間静置培養しコロニー数を計測しました。供与菌は45℃で生育ができないため、通常の寒天培地上では受容菌のみがコロニーを形成し、抗菌薬を含んだ寒天培地上では受容菌のうち多剤耐性プラスミドを受け取った接合体のみがコロニーを形成することになります。接合体のコロニー数を受容菌のコロニー数で除した値を接合伝達効率と定義し、それぞれの受容菌株について求め評価を行いました。また各受容菌株の最近縁種の特異性も行いました。

その結果、受容菌により接合伝達効率は最大で10<sup>4</sup>倍程度異なり、とくに下水由来の受容菌株の *Enterobacter* 属細菌と *Citrobacter* 属細菌で高い接合伝達効率となったことから、腸内細菌科細菌が環境中での薬剤耐性遺伝子の伝播の要因になっている可能性が示唆されました。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたり多くのご指導いただきました東北大学佐野大輔教授、多大なるご支援賜りました愛媛大学沿岸海洋科学研究センター鈴木聡教授、高部由季様、門屋綾様に深く感謝申し上げます。また東北大学環境水質工学研究室の皆様には実験や研究の進め方について数多くのご指導をいただきました。この場を借りて心より感謝申し上げます。



# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

北里大学医療衛生学部 竹 澤 翼

この度は第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞できたことを大変光栄に思います。このような素晴らしい機会をご用意してくださいましたライオン株式会社の皆様、日本水環境学会関係者の皆様、そしてこの年会のすべての関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

私は、「ネパール・カトマンズ盆地の河川水・生活用水の薬剤耐性遺伝子汚染の実態調査」というテーマで発表させていただきました。

薬剤耐性菌(Antibiotic Resistant Bacteria: ARB)および薬剤耐性遺伝子(Antibiotic Resistance Genes: ARGs)の環境中での蔓延が世界中で問題となっております。現状、年間70万人程度と見積もられているARBに起因する世界の死者数が、2050年には年間1000万人を超えるとも報告されております。とくに多くの開発途上国では、抗生物質使用の規制がなかったり、あっても守られていない現状があり、抗生物質使用量の増加やその不適切使用、廃水処理インフラの不備を背景とした薬剤耐性菌による深刻な水環境汚染が懸念されています。本研究では、ネパール・カトマンズ盆地の36地点から採取された河川水、浅掘井戸、浅掘り抜き井戸、深掘り抜き井戸、湧水、公共水場の水試料を対象に、10種類のARGs、ARGsの水平伝播に関与しているとされるクラス1インテグロン遺伝子(*intI1*)および16S rRNA 遺伝子の定量解析を行い、ネパール・カトマンズ盆地周辺におけるARGs汚染の実態を把握するとともに、各遺伝子間

の相関について検証しました。

本研究の結果、河川水サンプルや浅掘井戸サンプルで、多様なARGsが高濃度で検出されました。一方、湧水サンプルでは、検出されたARGsの種類が最も少ない結果となりました。また、全36サンプルのうち34サンプルで*sulI*が、30サンプルで*intI1*が検出されました。すべての環境水サンプル中で検出されたARGsのうち、*vanA*を除いて、互いの濃度は正の相関を示し、*vanA*以外のARGsが、*intI1*を介した水平伝播によって拡散している可能性を指摘することができました。また、本研究で他のARGsと比較して検出頻度が少なかった*bla<sub>KPC</sub>*や*vanA*について、人為的汚染の指標としての適用可能性を示すことができました。

研究活動では、多くの困難や失敗がありましたが、私のことを発表当日まで応援してくださいました先生方、研究室の皆様の励ましが原動力となり、最後まで諦めずに取り組むことができました。発表当日は、自分の専門分野を分かりやすく伝えることの大切さを実感しました。また、活発な議論の場を体験することができ、大変勉強になりました。

最後になりましたが、この研究を行うにあたり、多大なるご指導を賜りました、北里大学医療衛生学部のAmarasiri Mohan 講師、古川隼士准教授、清和成教授、山梨大学大学院総合研究部の原本英司教授、Malla Bikash 博士、そして日々の研究活動を支えてくれた研究室の皆様および家族に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

中央大学理工学部人間総合理工学科 富田彩花

この度は、第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を授与いただき、誠にありがとうございます。このような貴重な機会を提供していただいたライオン株式会社の皆様、学会関係者の皆様、本研究を評価してくださった皆様に厚く御礼申し上げます。

高い固液分離能力を持つ膜ろ過法の効率的な運転には、膜の細孔の目詰まり(ファウリング)の原因物質を把握した上で、その成分に適した前処理や運転条件の設定が不可欠です。そこで私達は、ファウリング物質を非破壊かつIn-situで検出する手法として、タンパク質や腐植物質などが持つ、特定の波長の光(励起光)が当たった際、特定の波長の光(蛍光)を放出する性質を利用した、固体三次元励起蛍光分光法(SPF-EEM)を開発しました。一方、膜表面の着色によって、励起光や蛍光が吸収されることで、観察される蛍光強度が低下するクエンチング現象が観察され、ファウリング物質の定量評価を阻害することが課題として明らかになりました。しかし現在まで、固体試料の蛍光分析におけるクエンチングの補正手法は開発されていません。そのため、今回のテーマである「固体試料の蛍光分析におけるクエンチング補正手法の開発」を行う必要がありました。

そこで本研究では、ウシ血清アルブミン(BSA)粉末を標準蛍光物質、着色顔料として5 wt%の赤または黒の顔料、希釈剤として白色の非蛍光性物質であるホウ酸を

混合した、6種類のBSA濃度を有する3色の着色BSA粉末試料について、蛍光強度と拡散反射率を測定しました。また、拡散反射率を用いて固体試料における吸光の指標であるK-M関数を求めることで、有色試料における励起光の吸収量を定量しました。それらを検討した結果、K-M関数と試料の蛍光強度の積が、クエンチングにかかわらず、質量%濃度に対して線形的な関係になることを発見しました。これより、蛍光強度とK-M関数の積から、任意成分の質量%濃度が推定可能になりました。

さらに、従来分光光度計と積分球を使用して測定していた拡散反射率は、蛍光測定時のレイリー散乱光(励起光の反射)にも同様に反映されると考え、レイリー散乱光強度から拡散反射率を算出する方法も検討したところ、BSA濃度が20 wt%以上において、上記と同様の線形関係が得られました。以上の結果より、SPF-EEMのうち蛍光強度とレイリー散乱を利用することで、簡易かつ高精度に、任意の固体蛍光物質を定量できる可能性が示されました。

最後になりましたが、本研究の遂行にあたり、多大なご指導を賜りました中央大学理工学部の山村寛教授、北海道大学大学院工学研究院の中屋佑紀助教、および本研究に協力してくださったすべての皆様に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

静岡県立大学食品栄養科学部 西村 有里

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)という大変名誉ある賞をいただき、大変光栄に思っております。何より、選考に携わられた学会年会運営委員の皆様、ライオン株式会社の皆様、発表の機会を与えてくださいました学会関係者様、そして、ポスター発表を聴講して下さった皆様に厚く御礼申し上げます。

私は、「残留抗菌剤の各種促進酸化法による除去性能の比較・評価」と題して発表させていただきました。下水処理場や事業所などから排出される残留抗菌剤に起因する薬剤耐性菌感染症が、近年大きな問題になっています。オゾン酸化法は難生分解性有機汚染物質の除去法として期待されていますが、汚染物質を完全に分解・無機化することが難しいことが報告されています。その対策として、より酸化力の強いOHラジカルを用いた様々な酸化分解技術が研究・開発されていますが、既往研究では一つの処理技術に対して評価を行っていることが多く、他の研究と実験条件が異なることから、処理技術の比較が難しいという課題があります。そこで本研究では、世界的に使用量の多いオキシテトラサイクリン(OTC)を対象とし、オゾン酸化法、オゾン/過酸化水素法、フォトフェントン反応、フェントン反応の4種の酸化法の分解性能と実排水中(事業所排水)における分解挙動の比較を行いました。本研究で対象としたすべての酸化法にて、OTCは実験開始30分以内に99%以上除去されました。

オゾン処理法およびオゾン/過酸化水素法の場合、実排水中でOTCの除去が促進された一方、フェントン反応およびフォトフェントン反応は実排水中で阻害されました。一般的に、夾雑物質によって分解が抑制される傾向がありますが(スカベンジャー効果など)、実排水での分解促進は金属イオンの存在により、オゾンによるOHラジカルなどの酸化種が発生しやすくなるためだと考えられます。実験終了後のTOCの除去率は、フォトフェントン反応で最も高い値を示しました。フォトフェントン反応の場合、中間生成物と鉄イオンが錯体を形成することで、酸化分解が難しい中間生成物を光分解することから、TOCの除去率が高くなったと考えられます。今後も大学院に進学し、今回の経験を生かして研究に励んでいきたいと思っております。

最後になりましたが、本研究の遂行にあたり、終始熱心な指導、ご鞭撻を賜りました静岡県立大学 食品栄養科学部 環境生命科学科 物性化学研究室の牧野正和教授、徳村雅弘助教をはじめ、様々なご指導をいただきました静岡県立大学 食品栄養科学部 環境生命科学科の雨谷敬史教授、王斉特任助教、横浜国立大学の三宅祐一准教授、ダッカ大学のホサインアノワー教授、ムハンマドラックヌズマン教授、さらに、物性化学研究室の皆様、そして私の大学進学に理解を示し、温かい支援をしてくれた両親に心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

京都大学工学部地球工学科 栢 込 秀太郎

この度は日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)において優秀賞という大変名誉ある賞をいただき、非常に光栄に思います。また私のポスターをご覧いただいた皆様、コメントや質疑を投げ掛けてくださった皆様、コロナ禍の中でオンライン開催に尽力して下さった関係者の皆様、ライオン株式会社の皆様、に厚くお礼申し上げます。

私は「PFASs実汚染土壌の原位置浄化を想定した連続カラム溶出試験」というテーマで発表いたしました。かつては界面活性機能や物理的、化学的に安定した物性から幅広い分野で利用されたペルおよびポリフルオロアルキル物質(PFASs)ですが、21世紀初頭よりPFASsの環境残留性が問題視され始め現在ではPOPsとして注目を集めており、汚染土壌のレメディエーションが求められています。しかしながら、環境中に存在するPFASsは多種多様な構造を有しており土壌中の挙動が異なります。よってレメディエーションは容易ではなくその知見は限られています。そこで本研究では実汚染土壌を用いて原位置浄化を想定した連続カラム溶出試験を行うことで、土壌中でのPFASsの溶出挙動を検討することを主目的としました。

超純水、エタノール(1%)、エタノール(5%)の3種類を通水溶媒として21種のPFASs含有量を分析した実汚染土壌を用いて連続カラム溶出試験を行いました。PFOAの溶出濃度が国内暫定指針値 $50 \text{ ng L}^{-1}$ を下回ったのが、試料充填量に対する溶媒通水量の体積比(固液比)で200, 338, 182となりました。これよりエタノール5%で洗浄した場合、雨水のみでの溶出と比較して4500分の1の期間で暫定指針値を下回ると推算されました。次に炭素鎖長の違いに着目して3種の通水溶媒にて比較しました。土壌内の各PFCsがすべて溶出するまでに要する期間は、炭素鎖長が7, 8, 9, 10のPFCsは超純水が、11, 12のPFCsはエタノール5%がより短いと推算されました。これより炭素鎖長酸化可能前駆体や代替物質を含めたPFASsの包括的な溶出挙動の把握、他の溶媒を用いた際の溶出挙動の把握を今後の課題としています。

最後に、本研究を進めるにあたり多くの方にご助言、ご協力を賜りました。熱心にご指導いただいた京都大学地球環境学堂の田中周平准教授と実験・分析について親身に教えてくださった北地優太先輩や雪岡聖博士、Li Wenjiao博士、そしてお世話になったすべての方々により感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

岐阜大学工学部社会基盤工学科環境コース Bt Ismail Siti Ezrin

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)にご選出いただきありがとうございました。ライオン株式会社の皆様、オンライン開催に尽力してくださいました年会関係者の皆様、そしてポスター発表の際に本研究を評価してくださった皆様に厚く御礼申し上げます。

今回、私は「活性汚泥を用いた回分式実験による前駆体 *N*-EtFOSE からの PFOS 生成挙動の検討」という題目で発表しました。PFOS (Perfluorooctanesulfonic acid) は、耐熱性、耐薬品性に優れ、撥水剤や紙・布の防汚剤原料、泡消火剤成分などとして幅広く使用されてきました。しかし、2000年代に入り、水環境中での残留性が懸念され始め、2009年に残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約において附属書Bに追加されたことで、製造・輸入・使用などが制限され、ここ数年間でも国内外での規制強化が進められています。また、PFOSは前駆体からの非意図的生成の可能性が指摘されています。PFOSの主要な前駆体の一つに *N*-EtFOSE (*N*-Ethyl Perfluorooctane Sulfonamidoethanol) があります。

そこで本研究では、下水処理場における *N*-EtFOSE からの PFOS の生成の挙動を検討することを主目的とし、活性汚泥を用いて *N*-EtFOSE の添加と無添加の回分式処理実験を行いました。また、PFOS 以外の中間生成体を探索しました。その結果、*N*-EtFOSE を添加した人工下水の処理実験では、生物処理の時間が経過するにつれて *N*-EtFOSE の濃度が減少し、PFOS の生成および濃度増加が確認されました。25時間後の *N*-EtFOSE の減少率は

94.8%であり、PFOS のモル生成率は 0.53%でした。次に、同実験試料の精密質量測定データを用いて *N*-EtFOSE からの中間生成体を探索したところ、検出を想定した7つの物質のうち4つの物質 (*N*-EtFOSAA, *N*-EtFOSA, FOSAA, FOSA) が検出されました。各物質 PFOS, *N*-EtFOSE, *N*-EtFOSAA, *N*-EtFOSA, FOSAA, FOSA の懸濁態の存在率はそれぞれ 82.8%~90.2%, 100%, 99.9%~100%, 100%, 99.9%~100%, 98.8%~100% でした。さらに、2種類の実流入下水 (PFOS 濃度はそれぞれ  $10.1 \text{ ng L}^{-1}$ ,  $7.5 \text{ ng L}^{-1}$ ) を用いた *N*-EtFOSE 無添加の処理実験においても、生物処理による PFOS 濃度の増加 (12時間後の活性汚泥中 PFOS 濃度はそれぞれ  $33.0 \text{ ng L}^{-1}$ ,  $180.7 \text{ ng L}^{-1}$ ) が確認され、溶存態存在率がそれぞれ 34.3%, 15.3%であったことから、処理放流水中の PFOS 濃度は  $11.3 \text{ ng L}^{-1}$ ,  $27.7 \text{ ng L}^{-1}$  と推計されました。これらの結果から、PFOS は生物処理過程において前駆体から生成すること、また、生成した PFOS の一部は処理水に残留し、処理場の前後という視点でも濃度が増加する可能性があること、その一方で、生成した PFOS および中間生成体の多くが返送汚泥とともに生物処理過程を循環している可能性が示唆されました。

最後になりましたが、本研究を行うにあたって数多くのご指導や助言をいただきました岐阜大学鈴木裕識准教授、土木研究所高沢麻里専門研究員、エンテックス阿部翔太様、国立環境研究所小口正弘主幹研究員、研究をサポートしていただいた研究室の皆様、本研究活動を支えてくれた家族に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

都城工業高等専門学校物質工学専攻 前田 稜 太

この度は日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)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。年会は新型コロナウイルスの影響によりオンラインでの開催となりましたが、このような素晴らしい機会を与えてくださったライオン株式会社の皆様、学会関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

私は「PET 製造廃水処理 UASB 反応槽内保持汚泥に優占する門レベル未培養系統群の機能解明の試み」と題して発表させていただきました。私達はこれまで、ポリエチレンテレフタレート(PET)製造廃水の効率的な処理を目的として、上昇流嫌気性スラッジブランケット(UASB)反応槽を用いた518日間の連続処理実験を行ってきました。その結果、 $6.6 \text{ kg m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ の有機物除去率を達成し、16S rRNA 遺伝子解析とメタゲノム解析によりシントロフやメタン生成アーキアによる芳香族化合物分解機構を明らかにしました。一方で、16S rRNA 遺伝子配列情報に基づき、反応槽内保持汚泥には代謝機能が不明な *Candidatus* Goldbacteria (FCPU426) や WOR-3 といった門レベル未培養系統群が原核生物全体のうちそれぞれ最大7.4%、4.2%の存在割合で優占することが明らかとなりました。嫌気性廃水処理機構に関して包括的に理解するためには、これらの未培養系統群の代謝機能を解明することは重要であると考えられます。そこで本

研究では、反応槽内保持汚泥に優占する FCPU426 と WOR-3 の機能解明を目的としてショットガンメタゲノム解析を行いました。代謝機能の評価を行った結果、FCPU426 は様々な多糖類分解酵素を保持しており、汚泥中ではバイオフィルムの分解などに関与する可能性が示唆されました。一方、WOR-3 はアルコール発酵や酪酸発酵が可能であることが示唆され、また、本研究で得られたゲノムから polyhydroxybutyrate (PHB) depolymerase などが連続する遺伝子クラスターを発見しました。既知の WOR-3 ゲノムにも類似した遺伝子クラスターを発見したことから、この遺伝子クラスターが WOR-3 に特徴的に存在することを初めて見出しました。

今年会も前回と同様にオンラインでの開催となりましたが、多くの方々に本研究に興味を持っていただき、発表を通じて大変貴重な経験をすることができました。私のポスター発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。また、私は2年連続でのライオン賞受賞となり、このような素晴らしい機会をいただいたことを非常に嬉しく思っております。最後になりましたが、本研究を遂行するにあたり熱心にご指導いただきました産業技術総合研究所の黒田恭平先生、都城工業高等専門学校の野口太郎先生をはじめ、数々のご指導やご助言を賜りました共著者の皆様に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

金沢大学理工学域機械工学類 箕輪大生

この度は第56回日本水環境学会年会において、年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)という名誉ある賞を授与いただき、大変光栄に思います。このような貴重な機会を与えてくださったライオン株式会社の皆様および年会関係者の皆様や、発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

今回私は「アカモク幼胚の初期生長と抗酸化活性に対する溶存鉄の影響」と題しまして発表させていただきました。海藻が繁茂する藻場は種々の有益な機能を有しますが、減少傾向にあります。そのため人工的な再生、造成の必要性が高まっており、鉄鋼スラグや浚渫土砂などが藻場造成材として有効活用されてきています。さらに、褐藻アカモク(*Sargassum horneri*)は抗酸化物質を多く含有するため、機能性食材としても注目されています。以上2つの観点から、鉄鋼スラグの含有成分である鉄がアカモク幼胚の初期生長や抗酸化活性にどのように影響するかに着目し、溶存鉄としてFe-EDTAを用いて調査しました。

本研究では、基準培地にFe-EDTAを添加して任意の鉄添加濃度に調製した培地にアカモク幼胚を添加し、人工気象器内で静置、浮遊培養実験を行い、それぞれ幼体段階と発芽体段階のアカモクへの影響を調べました。静置培養実験では藻体面積を、浮遊培養実験では湿重量を培養期間中毎日測定し、それぞれ比生長速度と最終到達面積(重量)を算出しました。また両実験ともに培養最

終日のアカモク藻体をすり潰して吸光度を測定し、得られた吸光度から抗酸化活性と光合成色素量を算出しました。比生長速度、最終到達面積(重量)、抗酸化活性、光合成色素量を指標として、Fe-EDTAのアカモクへの影響を評価しました。

実験の結果、静置、浮遊培養両実験における比生長速度、最終到達面積(重量)の評価からFe-EDTAの増大はアカモク幼胚の初期生長を促進していることがわかりました。また両実験における抗酸化活性の評価から、Fe-EDTAの増大は抗酸化活性を増加させることがわかりました。ここで静置培養実験における評価より、抗酸化活性値の上昇に効果のあるFe-EDTA濃度には上限があり、それ以後鉄添加濃度を上げても値は横ばいになるということが示唆されました。今回得られたこれらの知見が、鉄鋼スラグを用いた藻場造成材の有効利用に繋がれば嬉しいと考えています。

自身にとって初めての学会発表で不安もありましたが、質疑応答での議論や他の方の発表の聴講によって知識を深めることができました。今回の貴重な経験を、自身の今後の研究生活に活かしていきたいと思えます。

最後になりますが、本研究の遂行にあたり、お忙しい中多大なご指導を賜りました、金沢大学理工学域機械工学系の三木理教授、研究員の奥村真子博士、ならびに研究室の先輩、同輩の皆様、そして支えてくれた家族に心より感謝申し上げます。

# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

東北大学工学部 宮本愛梨

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)の優秀賞という大変名誉ある賞をいただき、大変嬉しく、光栄に思っております。ライオン株式会社の皆様、本会関係者の皆様およびポスター発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。共著者の皆様とともに有難くお受け取りいたしたいと思っております。

私は「嫌気性 MBR とアナモックス法の導入による下水処理の創エネルギー効果の評価」と題し発表いたしました。地球温暖化は産業革命以降、前例のない規模で拡大しており、温暖化による気候変動はすでに、人間が居住するすべての地域において影響を及ぼし、気象や極端気候に観測される多くの変化に寄与しています。そのため、地球温暖化対策として、2050年までにCO<sub>2</sub>の排出量を実質ゼロにする、いわゆる「脱炭素社会」への実現に向けた取り組みが国内外で行われています。下水道分野での2018年度における温室効果ガス排出量は約596万t-CO<sub>2</sub>であり、日本全体の排出量約12.4億t-CO<sub>2</sub>の0.7%に相当します。しかし一方で、下水道事業は、バイオガス等、下水道資源を活用した創エネポテンシャルも有しているため、省エネルギー、創エネルギーを実現することで、エネルギー自給を目指すことができると期待されています。近年では、省エネルギーかつ創エネルギーを実現できる新しい下水処理技術として、嫌気性 MBR とアナモックス法が注目されています。嫌気性 MBR は従来の活性汚泥法よりも省エネで、処理過程に生成したバ

イオガスをエネルギーとして回収することができる技術です。アナモックス法は、有機物が不必要で、必要酸素量が少なく、汚泥発生量が小さいという利点を持ちます。本研究では、これら嫌気性 MBR とアナモックス法の導入による省エネ、創エネ効果を評価するため、3種類の下水処理システムを比較し、エネルギー自給率を試算しました。その結果、従来のシステムではエネルギー自給率は27.3%でしたが、嫌気性 MBR とアナモックス法を組み合わせたシステムではエネルギー自給率71.2%、嫌気性 MBR とアナモックス法を利用したさらに革新的な下水処理システムではエネルギー自給率90.9%となりました。また、従来の下水処理システムと比べ、嫌気性 MBR とアナモックス法を用いた処理システムでは、消費電力量は約16%削減効果があり、発電量は約2倍となりました。革新的な下水処理システムでは従来の下水処理システムと比べ、消費電力量は約26%削減効果があり、発電量は約2.4倍となりました。以上より、今回の研究を通して、嫌気性 MBR とアナモックス法を用いることで、下水処理システム全体におけるエネルギー自給率を大幅に増加することができるかと明らかにできたと考えます。

最後となりましたが、本研究の遂行に当たって、常に親身にご指導いただきました東北大学大学院工学研究科の李玉友教授、そして日々の研究生活において多大なる支援をいただいた研究室の皆様および家族に心より感謝申し上げます。



# 第56回日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)を受賞して

秋田県立大学生物資源科学部生物環境科学科 最上華帆

この度は、日本水環境学会年会学生ポスター発表賞(ライオン賞)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。このような素晴らしい機会を与えてくださった学会関係者の皆様、ライオン株式会社の皆様、審査に関わられた皆様、そして私のポスター発表をご覧いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

私は「秋田県内の油田からの嫌気性原油成分分解微生物の探索と培養系の構築」と題して発表させていただきました。秋田県では原油の産出地が住宅地や農地の中に位置し、非常に身近な存在となっています。このような場所における原油流出事故での環境負荷は非常に高いものとなり得ます。地下環境の原油汚染が起きた場合、地下水の流れにより汚染は拡大化および長期化してしまいます。このような環境では嫌気性微生物による分解が進行しますが、その挙動は大部分が未解明であるため、どのような微生物が存在し、こういった生態的機能を持つのかをまず理解する必要があります。そこで、本研究では嫌気条件下で原油成分を分解する微生物に着目し、その探索と培養系の構築を目的としました。既往の研究から、嫌気性細菌の一種である硫酸還元細菌の中には原油成分を分解できるものがあると明らかになっていたため、増殖の指標として硫化水素濃度の測定を行い、硫酸還元細菌の増殖を追跡しました。そして、どのような細菌が存在しているのかを知るために環境試料と培養した試料

に対し菌叢解析を行いました。結果、秋田市黒川油田では石油系炭化水素を添加した培養系での硫化水素濃度の上昇はみられませんでした。一方で、潟上市豊川油田ではトルエンやシクロヘキサンなどの石油系炭化水素添加系で硫化水素濃度の上昇がみられ、原油成分分解細菌が存在していることが示唆されました。菌叢解析の結果と合わせると、各培養系において基質を完全分解する代謝経路の存在が示唆されました。今後これらの細菌の生態的機能を明らかにすることで原油汚染除去への応用が期待できると考えています。

今回、初めての学会発表で、オンラインという環境において自分の研究内容を簡潔に伝えることの難しさを知りました。自分の未熟さを痛感するとともに同年代の学生の優れた発表から多くの刺激を受けました。修士課程では、今回の受賞を励みにより一層研究に取り組み、対面での学会発表となった際に端的に自身の研究について伝えられるように努力していきます。

最後になりますが、本研究の遂行にあたり、秋田県立大学生態工学研究室の渡邊美穂助教には本当に熱心に指導していただきました。また、同研究室の宮田直幸教授、岡野邦宏准教授、試料採取にご協力いただいた皆様、そして日々支えてくださった研究室の皆様に心から感謝申し上げます。