

7.2 競争的研究費による研究の概要

2050カーボンニュートラル環境での国内地表オゾンの予測と低オゾン・脱炭素コベネフィット戦略の提示

(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費

(令和5～6年度)

河野なつ美

共同研究機関：(国研)国立環境研究所（代表：永島達也）、(一財)電力中央研究所、九州大学、(一財)日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター

1 研究背景と目的

我が国の地表オゾン(O₃)濃度は世界的に見ても高く、その低減が喫緊の課題である。一方で2050年のカーボンニュートラル(CN)に向けた社会経済変革に伴う大気汚染物質の排出構造変化によって、大気質が大きく変容する可能性がある。本研究では、2050CNに向けた社会システムやエネルギー構造、対策技術の変化に起因する大気汚染物質の将来変化に着目した将来排出シナリオを作成し、気候変動や越境大気汚染の影響も加味して、国内の地表O₃応答を長期予測する。

2 方法

地表O₃濃度の将来予測にあたり、4つの排出シナリオ(FIX、BAU、20D、15D)に関して将来計算(2050年代および2030年代)を実施した。ここで、FIXは技術固定シナリオ、BaUは既存の技術進展を考慮した「なりゆき」シナリオ、20Dは全球気温上昇2.0℃ターゲットシナリオ(全球GHG半減シナリオ)、15Dは全球気温1.5℃ターゲットシナリオ(ネットゼロシナリオ)であり、いずれも環境研究総合推進費S-20-3による成果を使用した。

3 研究成果

ベースラインシナリオである、FIXとBAUにおける2050年代の日本国内の地表O₃濃度は、現況計算に比べて、年平均濃度ではあまり大きく変化しないが、O₃高濃度イベントの指標である日最高8時間平均値の年間99%タイム値は増加した。一方、脱炭素シナリオである20Dや15Dでは、年平均濃度、高濃度指標値ともに大幅に減少し、後者の国内平均値は、米国の環境基準値である70 ppbvを有意に下回った。また、15Dを用いた感度実験を実施し、同シナリオでの国内O₃濃度低下における国内対策の寄与を見積もったところ、地域による違いはあるが、国内平均としては約40%程度であった。これは、日本国内でのCN対策に付随したO₃前駆物質(NO_x、VOC等)の排出削減は、将来の国内O₃濃度の削減に大きな役割を果たし得るものの、越境汚染の減少等の国外要因もそれ以上に効いており、将来の国内O₃濃度の低減のためには、国内対策とともに国外対策が必須であることが示唆された。

気候変動下で激甚化する都市型水害の低減に向けた都市型豪雨のモデル精緻化と不確実性の低い予測技術の開発

(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費

(令和6～8年度)

河野なつ美（代表）、山上晃史

共同研究機関：筑波大学、東京科学大学

1 研究背景と目的

都市型豪雨は雨雲発生から消滅までが短時間で、また強い降雨が狭い範囲で生じるため、深刻な都市型水害を引き起こす。気候変動の進行でさらに深刻化が予想される都市型水災害の被害の低減対策を適切に講じるためには、都市型豪雨の降水量や強雨域、降水開始時刻を精度良く再現できる技術開発や、信頼度の高い都市型水災害の予測が急務である。都市型豪雨の要因となる雲生成や対流、熱輸送過程においては、風の収束や、大気汚染物質による雲粒の生成過程、乱流による大気汚染物質や都市排熱の上空輸送の影響が複雑に作用しているが、モデルの再現性は依然低く、都市型水害リスク予測には不確実性が大きい。そのため領域化学輸送モデルWRF-Chemに都市効果と大気汚染物質による雲生成過程を加味し、都市型豪雨の再現性向上を図り、2050年の脱炭素社会における気候変動や脱炭素を達成するために実施されうる政策や技術革新に伴うエネルギー消費量と大気汚染物質排出量の変化に応じた将来予測を行う。

2 方法

下水道の計画降水を超え、水害リスクが高まるような事例を①1時間降水量が50 mm以上、②前後1時間雨量との差が25 mm以上の2点に基づきレーダーデータを用いて抽出した。さらに、2020年6月6日に発生した豪雨事例を対象として、領域化学モデルWRF-Chemで豪雨への感度実験を実施した。その際に、都市構造や排熱の効果(AHE)と、人為排出由来の大気汚染物質の効果(APE)排出量を組み合わせることで、AHEとAPEが豪雨に与える感度をそれぞれ検討した。

3 研究成果

AHEとAPEによって、降水開始時刻、最大雨量時間、降雨域の形成が変化することが示唆された。AHEとAPEを考慮すると降水開始時刻が早まり、一方でAHEとAPEを両方考慮、もしくは両方考慮しなかった場合には最大雨量に達する時間が1時間程遅れた。さらに強雨域に着目すると、AHEを考慮すると都市付近に現れ、APEを考慮すると強雨域が拡大する傾向が見られた。

沿岸環境・生態系デジタルツインの開発と実践
(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費
(令和6～10年度)

見島伊織

共同研究機関：(国研)国立環境研究所（代表：東博紀）、大阪大学、東京大学、いであ(株)、(公財)ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター、東京科学大学、長崎大学、(特非)海辺つくり研究会、国土技術政策総合研究所、神奈川大学、(国研)理化学研究所、(公財)東京都環境公社東京都環境科学研究所

1 研究背景と目的

日本の沿岸域では「豊かな海」を目指した栄養塩類の管理や藻場・干潟の保全・再生といった新たな施策が進められているが、これらの取り組みが生物多様性や生産性に与える影響の定量的評価手法は十分に確立されていない。また、ネイチャーポジティブへ向けた取り組みとして、これらの効果や価値を多様な関係者に分かりやすく「見える化」する必要がある。この課題解決のためのアプローチとしてデジタルツインが注目されており、市民参画型プラットフォームを通じて幅広いニーズを収集し、再生ビジョンを構築することが重要である。

担当サブテーマの本年度においては、東京湾沿岸域においてデジタルツインに対する多様な関係者の意識調査を実施した。アンケート調査では回答者負担と回答数のバランスを考慮し、設問数や内容が異なる2パターンのアンケートを設計して、少ない設問数での意識把握の可能性を検討するとともに、デジタルツイン技術に対する地域住民のニーズを予察的に解析した。

2 方法と結果

東京湾沿岸地域のイベント、大学講義、漁業関係者の集まりなどで、オンラインまたは紙面によるアンケート調査を実施した。予備版(18問)と標準版(11問)の2種類のアンケートを作成し、個人属性、東京湾の現状認識、東京湾でしてみたいこと、デジタルツインで見たいことなどを調査した。延べ9回の調査で合計276の回答を得た。予備版では東京湾の現状認識と改善要望に明らかな負の相関が見られ、この結果から標準版では現状認識のみの設問とすることで設問数と入力時間を削減した。デジタルツインで見たい内容としては、海辺景観に関する回答が最も多く、次いで生物・生態系、水質、底質の順であった。予備版では特に海ゴミの減少への関心が高いことが判明した。また、学生、専門家、漁業関係者など回答者の所属によってニーズが異なることも明らかとなった。

これらの結果から、少ない設問数のアンケートでも被調査者の意識把握が可能であること、また多様なステークホルダーからのニーズ収集の重要性が示された。今後とも継続的に調査を実施する予定である。

各種発生源から大気中に放出される磁性粒子の特性解明

(独)日本学術振興会科学研究費（令和3～6年度）

米持真一（代表）

共同研究機関：早稲田大学、さいたま市健康科学研究センター、中国・上海大学、韓国・済州大学校、吉野電化工業(株)

1 研究背景と目的

磁性粒子は、人体に悪影響を及ぼす可能性が指摘されており、様々な発生源や生成過程を経て大気中に放出されると考えられるが、その特性や発生源は十分に解明されていない。本研究では、磁性粒子の生成が想定される発生源や発生過程の近傍で、大気粒子をフィルター上に採取し、磁気分離法により磁性粒子を分離した上で、形状や磁気特性、元素組成などを明らかにする。

2 方法

上海市道路沿道および県内固定発生源(廃棄物焼却炉とセメント焼成炉)で粒径別に採取した粉塵試料を対象に磁気分離と無機元素分析を行った。

上海市道路沿道ではMCIサンプラーを使用し、固定発生源ではバーチャルインパクターを使用してPM_{2.5}およびPM_{10-2.5}(粒径10～2.5 μm)を採取した。道路沿道ではナノサンプラーを用い、粒径10 μm以下はPM_{2.5}を含む4つの粒径に分級して採取した。

試料は精密電子天秤を用いて質量を求めたのち、二等分した。一方は磁気分離を行った後で顕微鏡観察と元素分析を行い、もう一方は磁気特性の測定を行った。

3 結果

固定発生源のPM_{2.5}濃度は施設によって大きく異なり、10～1200 μg/m³であった。磁性フラクション比は1施設を除き9～25%と比較的高かった。また上海市道路沿道のPM_{2.5}は平均52 μg/m³であったが、磁性フラクションはいずれの試料でも1%未満と低値であった。

固定発生源で採取したPM_{2.5}の磁性フラクション中の無機元素の主成分はFe(鉄)であったが、FeとZn(亜鉛)の比率がほぼ同じケースが見られた。セメント焼成炉ではFeよりもCa(カルシウム)の方が高くなっていた。

上海市道路沿道では、分析を行った全てのPM_{2.5}試料でAl(アルミニウム)が最も高く、道路粉塵の影響を強く受けていることが示唆された。前年度までに行った、県内道路沿道および鉄道沿線の結果と併せ、各発生源の磁性フラクションの特徴を明らかにした。

情報科学の援用による多様な化学物質の包括的・即応的環境計測

(独)日本学術振興会科学研究費(令和5~7年度)

大塚宜寿、竹峰秀祐

共同研究機関:(国研)国立環境研究所(代表 橋本俊次)、(国研)理化学研究所、名古屋市立大学、公立鳥取環境大学、北九州市立大学、千葉大学、(国研)産業技術総合研究所

1 研究背景と目的

本研究は、多様化する化学物質による環境汚染実態を把握し、包括的な化学物質の管理や対策に資するため、我が国と国際的な包括的・先駆的な化学物質監視に貢献する、即応的・先駆的な包括的環境計測とその解析の仕組みを先端的な統計学・情報(計算)科学的手法を取り込むことで開発・構築するものである。質量分析を中心に様々な各種計測を加えた包括分析を行うことで、有機化合物だけでなく無機物質を含む広範囲な化学種の検出を目指し、そのカバー範囲や再現性等の検証は複数の協力機関が参加する共通試料分析により実施する。また、人工知能や計算科学的手法を投入することにより、包括的分析データから原因物質に係る有意成分を抽出し、その構造や物性を予測する一連の解析手法を開発する。収集した包括データのイベントドリブンな解析やデータドリブンな解析による物質探索を可能にし、最終的には、環境異常事象の要因(化学物質・化学種)を特定・推定するための即応的・実践的かつ先駆的な手順を提案する。

2 結果

サブテーマ1:国立環境研究所が企画した多種多様な物質(金属、VOC、フェノール、かび臭、農薬、洗剤等)の共同分析に参加した。自主研究で開発したスクリーニング分析法(ヘッドスペース(HS)GC/MS、GC/MS、LC/QTOFMS、ICP/MS等を利用する方法)で共同分析試料を分析したところ、今回対象となった全ての物質を検出できることを確認した。

サブテーマ2:ブランク試料で検出されたピークの質量スペクトルをデータベース化した。これをNMFで得られたピークのライブラリ検索において、併用することにより、物質推定の精度向上を図ることができた。

サブテーマ3:令和5年度の植樹帯中の除草剤の特定に係る分析では、LC/QTOFMSを利用し、ノンターゲットスクリーニングやサスペクトスクリーニングに係るデータ解析を行った。これらのデータ解析手法について、方法論として整理する必要があることを確認した。

夏季の北極低気圧の理解と短期~季節内スケールの北極大気予測精度向上に関する研究

(独)日本学術振興会科学研究費(令和4~6年度)

山上晃央(代表)

共同研究機関:気象庁気象研究所

1 研究背景と目的

北極域における大気・海洋・海水現象の理解と正確な予測は、科学的・社会的な要請が強い。本研究では、北極域の顕著現象である北極低気圧の発達・維持プロセスの理解を軸として、大気・海洋・海水相互作用、極域と中緯度との相互作用、エネルギー・淡水・物質循環構造の変化などの理解を進め、数日から数か月の予測精度向上を目指す。そのために、気象庁数値予報システムを用いた大気・海洋・海水結合予報実験の結果および世界の気象機関が提供しているアンサンブル予報データなどを組み合わせて、各時間スケールの予測可能性の要因の理解や大気・海洋・海水結合プロセスなどについて調査し、北極大気の予測可能性向上に資する研究を行う。

2 方法

本研究では、2018年11月のみらい北極航海(MR18-15C)の観測データを用いて、海水縁付近での予測誤差について解析した。観測データとして、船上での地上観測およびラジオゾンデによる上空の気象観測を用いた。また、AMSR2リトリバルから推定された海水密接度データを用いた。予報データとしてヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)の現業予報データを用いた。

3 結果

ECMWFの解析値と観測値の気温の比較は、11月9~14日に地上から対流圏下層までの高度で顕著な正の誤差を示し、11月13日に最大2.7℃の差を示した。また、この期間を対象とした予報でも、24時間から72時間予測で顕著な高温誤差が見られた。この高温誤差は全てのアンサンブルメンバーで現れており、ECMWFモデルがこの期間の気温の低下を正確に予測できていないことが示された。AMSR2と比較したモデルの海水密接度は、チュクチ海で顕著な負の誤差を示していた。ECMWFモデル内ではこの誤差の現れた領域で地表面フラックスのピークが見られた。また、海面更正気圧と地上風の誤差は低気圧性の循環の構造を示していた。これらの結果から、モデル内の海水密接度が観測よりも小さいことにより、海面から熱と水蒸気が多く放出され、その結果として低気圧性循環の誤差が引き起こされて、観測地点では高温を予測していることが示唆された。

観測タワーとドローンの統合観測による多成分BVOC放出フラックスの面的不確実性評価

(独)日本学術振興会科学研究費（令和5～7年度）

市川有二郎（代表）、米持真一

共同研究機関：（一財）日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター

1 研究背景と目的

生物起源揮発性有機化合物(BVOC)は、地球規模の炭素循環や気候変動、地域規模の光化学大気汚染に大きな影響を与えている。しかし、BVOCの物質収支は未だ十分に解明されておらず、中でも放出量(放出フラックス)算定の不確実性を低減することが大きな課題である。一般に、BVOCの主要放出源である森林生態系からの放出フラックスは、森林樹冠の上部まで伸びた1本の観測タワーを用いて、大気濃度や気象データから推計される。しかし、BVOCの放出には、微気象、樹種、ストレスなど様々な要因が関係し、これに伴い放出フラックスが面的(水平2次元的)に大きく変動している可能性が高く、1地点の観測結果の代表性について疑問が残る。そこで本研究では、森林上におけるタワー観測とドローンを活用した水平移動観測とを組み合わせ、BVOC放出フラックスの空間代表性(不確実性)の解明を目的とする。

2 今年度の実施内容

東京農工大学研究林施設フィールドミュージアム(FM)多摩丘陵のフラックスタワー(最上部30 m)の4 m、17 m、23 m、30 mの4高度に加熱脱着捕集管を接続した自作サンプラーを用いて、BVOCの季節別鉛直分布を把握するために毎月観測を実施した。また、異なる2高度間(23 mと30 m)のBVOC鉛直濃度差と渦拡散係数の積にもとづく濃度勾配法からBVOC放出フラックスを求めた。さらにBVOC放出量が多い2024年7月(夏季)に高度30 mの位置で、タワーとドローン(タワーから10 m～20 m離れた地点、n=6)によるBVOCの並行観測を行った。なお、FM多摩丘陵の主要樹種としてコナラとスギが混在している。

BVOCの主要な放出成分であるイソプレンの5月～10月の鉛直分布では、高度17 m(キャノピー内部)で最も高濃度であり、高度23 m～30 mの間で明確な濃度勾配が確認された。明確な放出源は不明だが、高度4 m(地上部)でイソプレン濃度の高い時期があり、低木または地面からも放出されていることが示唆された。気温が相対的に低くなる11月～4月はイソプレン濃度が相対的に低くなっており、高度別の濃度差もほとんど見られなかった。イソプレンは、植物自身が熱や酸化ストレスから植物自身を守るために放出されるBVOC成分と言われており、気温の高くなる時期に多く放出されると考えられる。また、タワーとドローンの並行観測では、平均値ベースで約10%の違いであり、大きな変動が無いことを確認した。

降水中の氷晶核の痕跡を探る—降水に寄与する氷晶核および微生物の解明

(独)日本学術振興会科学研究費（令和4～6年度）

村田浩太郎（代表）

1 研究背景と目的

気候変動に伴う豪雨の増加が懸念されている。豪雨予測の精度を上げるためには、雲ならびに降水の生成過程を明らかにする必要がある。雲の形成には、水滴や氷の核となる微粒子(エアロゾル粒子)の存在が不可欠である。なかでも、氷の核となる「氷晶核」については、鉱物粒子や生物系エアロゾル粒子(細菌などの微生物も含む)が主な構成物と言われているものの、その観測知見は未だに乏しい。我々が生活の中で目にする降水の多くは、上空で氷晶核によりできた氷が溶けた「冷たい雨」である。氷晶核の理解を深めることで、既存の気象予報や気候予測を発展させられる可能性がある。本研究では、身近に得られる降水試料に着目し、そこに痕跡として残る雲形成に関係した微粒子を対象とした観測研究を実施した。

2 方法

2023年秋季から2024年夏季にかけて雨水の採取を行った。環境科学国際センター屋上の雨水採取装置を利用し、特注の採取容器(サンズコーポレーション製)によって降水量1 mm、2 mm、3 mmの初期降水試料を得た。同時にディストロメーターにより、1分ごとの降水強度、降水粒子数濃度、雨水量(LWC)を計測した。氷晶核は液滴凍結法と呼ばれる方法で計測した。降水の主要イオン成分はイオンクロマトグラフィーで分析した。降水中の細菌群集は次世代シーケンサーMiseqで解析した。

3 結果

初期降水の分析結果から、氷晶核数濃度については1 mm目と2、3 mm目とわずかに異なる傾向があった。主要イオン濃度については最初の1 mmで高く、次第に減少する傾向が顕著であった。雲下洗浄がイオン成分には強く働くことが示唆された。そこでイオン成分の減衰率を考慮して、雲下洗浄を除去したイオン成分組成を推定したところ、台風に伴う海塩の影響や黄砂に伴うカルシウムの影響など、季節の気象を捉える組成が見られた。また、ディストロメーターによって計測された降水粒子数濃度やLWCから、降水粒子1つあたりに存在する氷晶核数を算出することが可能となった。これは、上空で降水を誘発する氷晶核を評価するための基礎的な知見となりうる。さらに、降水中に存在する特徴的な細菌種に関する情報も得ることができた。

「アンコール遺跡保全と持続可能な観光のための大気環境管理戦略」

(独) 日本学術振興会国際共同研究加速基金
(令和6～8年度)

村田浩太郎

共同研究機関：早稲田大学（代表：大河内博）、帝京科学大学、カンボジア・アプラサ機構

1 研究背景と目的

カンボジアではサービス業と農業が主要産業で、特に観光業が経済の約2割を占める。アンコール遺跡群が観光の中心であり、遺跡保存には自然風化や排ガスなどの環境負荷が問題となっている。COVID-19で観光客は激減したが、2023年には回復した。それに伴い、観光関連の交通手段や未舗装道路、野焼きなども大気汚染源となり、健康への影響が懸念される。プノンペンやシェムリアップでは大気質の悪化が進行していると言える。本研究では、アンコール遺跡群およびその玄関口のシェムリアップにおけるガス、エアロゾル、降雨に含まれる大気汚染物質の実態解明を行い、アンコール遺跡群に対する湿性沈着および乾性沈着による負荷量と発生源を推定し、大気環境保全に資することである。

2 方法

早稲田大学、帝京科学大学、埼玉県環境科学国際センターが連携し、雨季（8月下旬～9月上旬）と乾季（2月下旬～3月上旬）、それらの移行期（4～5月）を主な観測期間と設定して、3つの課題に取り組む。課題1として自動大気観測装置をシェムリアップ市内とアンコール遺跡に設置し、現地研究者を育成する。課題2として乾性沈着の実態を調べるため、同地点で粒子・ガス状汚染物質を採取し日本で分析する。課題3として湿性沈着を対象とし、雨水中の成分や生物起源氷晶核を分析し、豪雨形成への影響を評価する。各課題には大学院生も参加し、国際共同研究を推進する。

3 実施内容

今年度は乾季の観測として2月16日から25日に渡航した。活動はJASA（日本国政府アンコール遺跡救済チームとカンボジア政府組織APSARAの共同チーム）のシェムリアップオフィスを拠点とし、アンコール・トムの中心であるバイヨン寺院やアンコールワット、シェムリアップ市内などで行われた。17日から24日まで、観測機材の設置・回収、歩行調査への同行、トンレサップ湖での採水調査などを連日実施した。特に氷晶核計測用の試料採取のための機材はJASAオフィスとバイヨン寺院周辺に設置された。機材の設置と撤収は毎日朝夕に行われ、現地の実情に応じた運用体制の確認と調整を行った。

人口減少および気候変動に対する野生動物の行動・生態・生理的応答指標の確立

(独) 日本学術振興会科学研究費（令和3～7年度）

角田裕志（代表）

共同研究機関：山形大学、日本獣医生命科学大学、(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構

1 研究背景と目的

人口減少と気候変動は自然環境に大きな影響をもたらすことが懸念されている。本研究では、中・大型哺乳類の行動・生態・生理的な応答を明らかにし、将来の野生動物の分布変化や個体群動態への予測の基盤となる行動・生態・生理的指標の確立を目的とする。具体的には、人口減少に関して農山村の過疎化や放棄地の増加が野生動物の行動、生息地利用の変化と血中・糞中の各種ホルモン物質の量や動態に及ぼす影響を各種の野外調査や野外実験、室内実験を通して明らかにする。また、気候変動に関しては、猛暑や多雪などの極端気象に対する野生動物の行動的な応答と生理的影響に関してGPS発信機付き首輪に体温ロガーを装着したバイオリギング法によって明らかにする。

2 今年度の実施内容

野生動物の行動や生息地利用と人為攪乱強度との関係を明らかにするために、長野県軽井沢町の国有林内において自動撮影カメラを設置し、ニホンジカ(*Cervus nippon*)の行動調査を行った。年度内に回収した動画は獣種や撮影時間などを記録・集計し、行動分析を行った。

昨年度に続き、野生動物の行動に対する気候変動影響を把握するために冬季にタヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)の自動撮影カメラによる出没状況と行動の調査を行った。

3 結果

埼玉県奥秩父地域の人為攪乱影響が少ない地域におけるニホンジカの行動反応について論文を発表した(Tsunoda & Hirao 2025)。また、全調査サイトを用いて予備的な解析を行い、人為攪乱に対する警戒レベルは奥山(秩父市)や国有林(軽井沢町・南会津町)と比べて里山地域(南会津町)において顕著に高い傾向が示された。この結果は、営農や居住など継続的な人為攪乱がニホンジカの行動反応に影響を与えたことを示唆している。今後、人為攪乱の種類や強度と、ニホンジカの警戒レベルや夜行性レベルの関係を定量的に解析する。

田植え時期の違いは水田食物網を改変するか？ ミクロとマクロを結ぶ包括的生態系解析

(独)日本学術振興会科学研究費（令和6～8年度）

安野翔（代表）、大和広明

1 研究背景と目的

水田生態系では、微小藻類等の一次生産者が、食物網を介して水生動物から鳥類等の大型捕食者まで多様な動物を支えている。しかし、水田食物網の全体像は定性的なデータに基づく概念図を示すに留まっている。申請者らは、これまで田植え時期が異なると水生動物の群集構造やサギ類の水田への飛来時期が変化することを明らかにしており、その影響は水中の食物網構造やサギ類の餌内容にまで波及する可能性がある。本研究では、田植え時期の違いが、水生生物から水田生態系の頂点であるサギ類までを結ぶ水田食物網に与える影響を解明することを目的とする。

2 方法と結果

2.1 スクミリングガイの食性解析

調査水田において外来生物であるスクミリングガイが多数確認されたことから、本種の食性解析を中心に行った。8月に採取した本種の消化管内容物から餌由来DNAを抽出し、DNAメタバーコーディングにより餌内容を解析した。光合成生物用のプライマーを用いた結果、緑藻類、珪藻類、黄金藻類等の多様な藻類由来のDNAが検出され、微小藻類が主要な餌資源となっていることが示唆された。一方、陸上植物用のプライマーを用いたところ、検出されたDNAの大部分がイネ由来であった。本種は移植直後のイネの苗は食害するが、成長して硬化した葉や茎は摂食できないことから、底泥中のイネ由来デトリタスを摂食していたと考えられる。

2.2 湛水開始時期を指標としたサギ類の採餌適地推定

サギ類の季節的な採餌適地の変化を可視化するため、埼玉県北部・東部地域を対象に、合成開口レーダを用いた湛水開始時期の推定を行った。湛水開始が最も早かったのは東部地域(加須市北川辺地区や春日部市等)であり、西側の地域ほど遅い傾向にあった。野外調査で得られたサギ類の分布データとともにMaxEntによる採餌適地を推定したところ、5～7月の採餌適地は湛水開始とともに東から西へとシフトする傾向が認められたが、8月はより広範囲に分散する傾向が認められた。7月までは湛水開始からあまり時間の経過していない水田で採餌していたが、8月になるといずれの地域でもイネが伸長して水田内での採餌が難しくなり、畦や水路等の水田外での採餌が中心となったためと考えられる。

底質及び底生食物網に着目したシロキサン類の 多媒体残留蓄積性評価

(独)日本学術振興会科学研究費（令和4～6年度）

堀井勇一（代表）、安野翔

共同研究機関：(国研)国立環境研究所、富山県立大学、
(公財)東京都環境公社東京都環境科学研究所

1 研究背景と目的

シロキサン類は、シリコーンポリマーの中間原料や化粧品品の添加剤等として広範に使用される化学物質であるが、一部について難分解性や生物蓄積性が指摘されている。本研究では、東京湾及び河川の底質及び底生食物網に着目したシロキサン類の網羅的調査から、食物網内の濃度分布及び栄養段階に依存するシロキサン類の濃縮傾向を明らかにするとともに、生物蓄積動力学モデルにより食物網の蓄積特性を解析する。また、地理的分解能を有する多媒体環境動態モデル(G-CIEMS)を用いて東京湾及びその流域内の多媒体に渡るシロキサン類の移動・消失・存在量及び空間分布を推定することで、シロキサン類の環境排出を含む多媒体挙動の全体像を明らかにする。加えて、多媒体における多種のシロキサン類の濃度分布から、シロキサン類の分子構造や分子量に依存する環境動態、蓄積傾向を明らかにする。

2 結果

2022年から2024年の期間で、元荒川(元荒川水循環センター周辺)及び東京湾内湾において、それぞれ計3回の調査を実施した。元荒川では、投網、たも網等を用いて魚類、貝類等を含む全19種の水生生物を採捕した。東京湾では、底曳網により全26種の水生生物を採捕した。これらの試料について、炭素・窒素安定同位体比を測定した。長寿命一次消費者の二枚貝の窒素安定同位体比をベースとした各生物種の栄養ポジションを推定した。

本研究で確立した分析法を用いて、水生生物中シロキサン類(30化合物)の濃度を測定した。両調査地域について、得られたシロキサン類濃度(脂質ベース)と栄養ポジションから底生を含む水生生物に対するシロキサン類の栄養段階蓄積係数(TMF)を推定したところ、いずれの化合物も栄養段階に伴う明確な生物濃縮は認められなかった。また、その傾向として、同じユニット数では環状体で低く、また分子量の増加に伴うTMFの減少が観察された。

動力学ベースの予測モデルによる生物蓄積性解析では、生体内への取り込み、代謝、排泄に関するモデル係数からシロキサン類の濃度を予測した。G-CIEMSによる予測では、河川底質、東京湾への流入、東京湾内の挙動全てをモデル計算するとともに、実測値と比較することで、包括的にシロキサン類の挙動を解析した。

大気・陸・海を循環するマイクロ(ナノ)プラスチックの共同研究に向けた日智セミナー

(独)日本学術振興会二国間交流事業 (令和6年度)

田中仁志 (代表)、磯部友護、村田浩太郎

共同研究機関：広島大学、チリ・フェデリコサンタマリア工科大学、チリ・アントファガスタ大学、チリ・マゼラン大学

1 研究背景と目的

本セミナーは、ローカル汚染が少ないバックグラウンド地域であり、かつ南北方向に多様な気候帯を含む南米チリ共和国において、大気・陸・海を循環するマイクロプラスチック (MPs) の全体像を把握するための日本・チリを中心とした国際モニタリング体制の構築に向けたセミナーを開催することを目的とする。

2 実施内容

セミナー会場は、フェデリコサンタマリア工科大学(チリ バルパライソ市)で、当該セミナーを含む日程は令和6年10月21日(月)～25日(金)である。

22日のセミナーでは、当センターから参加した3名(田中、磯部及び村田)が発表した。セミナー会場にはチリ及び日本の研究者(現地参加人数30名、女性12名、男性18名、年齢層20代～50代、半数が学生で構成)が参加した。

田中は「Seminar Objectives and Importance of Elucidating the Behavior of Micro (Nano) Plastics in Aerosols (本セミナー主旨およびエアロゾル中の(ナノ)マイクロプラスチックの挙動解明の重要性)」という題目で発表を行った。本セミナーの趣旨説明(日本とチリの共同研究モニタリングの重要性とモニタリングサイトとしてのチリの地理的優位性)と日本の雪の分析事例などを紹介した。磯部は「Resource circulation strategies and practices for plastic waste in Japan (日本におけるプラスチック資源循環戦略と実践)」という題目で発表を行った。日本における廃棄物処理の歴史や特徴と法整備状況や日本政府が掲げているプラスチック資源循環戦略の概要とプラスチック廃棄物リサイクルの実態を紹介するとともに、CESSが行ったプラスチック廃棄物の排出実態調査や環境部が運営している埼玉県プラスチック資源の持続可能な利用促進プラットフォームの活動状況を紹介した。村田は「Ice-nucleating particles concentration and bacterial community composition in the atmosphere at the summit of Mount Fuji (富士山頂の大気中における氷晶核と細菌群集組成)」という題目で発表を行った。毎年夏季に実施している富士山頂での観測について、これまでの結果を紹介するとともに、マイクロ／ナノプラスチックの大気循環に氷晶核がどのように関与し得るかについても簡単な紹介を行った。

バイオフィenton法を組み込んだ高性能膜分離活性汚泥法の研究開発

(独)日本学術振興会科学研究費 (令和5～7年度)

木持謙

共同研究機関：早稲田大学 (代表：榊原豊)

1 研究背景と目的

活性汚泥法は、BODや栄養塩類等の効率の除去が可能であり、先進国を中心に主要な下水処理プロセスとして広く用いられている。しかしながら近年は、気候変動に起因する水不足問題対策としての処理水再利用や、低生分解性新興汚染物質や薬剤耐性菌等の除去の観点から、現状の活性汚泥法より格段に高品質の処理水が得られる污水处理技術が必要とされてきている。

本研究では、高品質な処理水を少ない資源・エネルギー消費量で得ることができる高性能排水処理・水再利用技術の開発を目的とする。具体的には、難生分解性物質等の酸化機能を強化した高性能膜分離活性汚泥法を開発する。酸化機能の強化はバイオフィenton反応に着目し、微生物細胞内で生成の過酸化水素と鉄化合物が反応して生成されるヒドロキシラジカルの酸化力を活用する。また、鉄触媒にマグネタイトを用いることによる、磁力を活用した処理水と汚泥の分離技術についても開発する。

2 方法

マグネタイトを触媒粒子とするバイオフィenton法を膜分離活性汚泥法(MBR)に組み込み、抗生物質等の新興汚染物質を高効率で一斉除去する方法及び膜の閉塞を大きく低減する方法に焦点を当て、回分式処理装置(SBR)および連続式処理装置に対する最適な設計・操作条件を明らかにする。また、実際の都市下水処理に適用し、処理水質およびエネルギー消費量等を測定し、これまでに報告されている膜分離活性汚泥法と比較して本法の有効性を示す。また、重要な温室効果ガス(GHGs)であるCH₄及びN₂Oの放出特性や放出抑制の視点からも技術開発を進める。

3 結果

令和6年度は、合成排水を用いたラボスケールのSBR及び連続式処理装置において処理水の分離を行う磁気フィルターの性能改善を行った。その結果、合成排水のCODが効率的に除去できることがわかったとともに、CH₄及びN₂Oの放出量が最小となる運転条件の探索が必要ながわかった。

環境DNA分析を用いた水生生物情報提供による市民の水辺価値評価向上手法の提案

(独)日本学術振興会科学研究費（令和5～7年度）

木持謙

共同研究機関：東洋大学（代表：大塚佳臣）

1 研究背景と目的

コロナ禍による行動制限下のレジャー活動において、オープンスペースとして居住地周辺の水辺が多くの人に活用されるようになった。魚類をはじめとした水生生物は、その存在を簡単に確認できない一方で、その存在認識は水辺の価値評価に強い影響を与える。「見えない」水生生物の存在情報を定量的に提供することで、市民の水辺の価値評価の向上が見込まれる。

本研究の主な目的は以下のとおりである。まず、環境DNA分析等を活用して、地域の水環境における代表的な水生生物の質と量の推定精度を高める手法を開発する。そして、地域住民にとっての水辺の価値を高められる水生生物分布情報の提供手法を検討、提案する。

2 方法

研究開発が最も進展している魚類を中心に、環境DNA網羅的解析等を活用して、代表種と生物量(相対的な分布密度)の推定精度を吟味する。また、生体反応をより反映する環境RNA網羅的解析も適宜検討する。埼玉県川越市を対象地域として、市内の河川・水路における環境DNA調査を行うと同時に、詳細な捕獲調査も実施し、双方の結果を比較することで、技術的な課題の抽出や改善を図る。

次に、調査結果を市民に提供することで、地域の水辺の価値評価に与える影響をアンケート調査によって評価する。その結果をもとに水辺の価値を高められる水生生物情報提供手法を提案する。同時に、市民ワークショップにてその手法を実践することで手法の有効性を検証する。

3 結果

令和6年度は、川越市在住のWeb調査会社モニターを対象としたWebアンケート調査を実施した。得られた結果から、これらのことから、どういう魚類がどのくらい生息していたら生物多様性が維持されているといえるか、川越市河川に生息する外来種の生態系に及ぼす実際の影響や、他の水生生物との共存状況等の情報を提供する必要がありと考えられた。

また、川越市内河川において、魚類環境DNA定量網羅的解析を実施した結果、優占魚種等が推測できた。さらに、水質調査により、水圏生態系においてケイ藻の生産する有機物は易分解性である可能性が示唆された。

蛍光分析で検出されるトリプトファン様物質ピークの由来はタンパク質かタンニンか

(独)日本学術振興会科学研究費（令和4～7年度）

池田和弘（代表）

共同研究機関：大阪工業大学

1 研究背景と目的

三次元励起蛍光スペクトル法による水質評価が常法となりつつあり、河川・湖沼水の有機汚濁評価に実務的に使用されつつある。検出されるトリプトファン様蛍光ピークはタンパク質の量の指標となると信じられており、藻類あるいは生活排水にはタンパク質が多く含まれることから、河川へのそれらの混入の指標として使用されている。一方、植物由来の天然有機物であるタンニンが共存する場合、ピーク位置がトリプトファン様蛍光ピークと重なるため、指標性に疑義が生じる。水質モニタリングへの本手法の適用を考えた時、このケースでは汚濁の混入を誤検知や過大評価する可能性がある。

本研究は、河川水、下水において、トリプトファン様蛍光ピークが真にタンパク質の指標となるか実態を解明する。特にタンニンの影響に注目し、その程度を確認する。

2 方法と結果

令和6年度は、生下水と河川水を限外ろ過膜で分画し、トリプトファン様蛍光ピークの分子量特性を評価した。その結果、分画前の試料で検出された蛍光ピーク強度のうち、分画分子量3000 DaのUF膜透過液に含まれるものの割合は、生下水で $62 \pm 10\%$ ($n=13$)、河川水で $73 \pm 11\%$ ($n=28$)であった。すなわち、どの試料でも、トリプトファン様蛍光ピークには多くの低分子成分由来の蛍光が含まれていた。

次に、下水流入水のトリプトファン様蛍光ピーク強度とタンパク質濃度の相関性を検証した。タンパク質濃度は、試料の酸加水分解後にアミノ酸を定量し、その濃度の総和である総溶存アミノ酸濃度で評価した。トリプトファン様蛍光ピーク強度は励起波長275 nm、蛍光波長335 nmの蛍光強度で評価した。河川水を分画分子量3000 DaのUF膜で処理して得られた高分子画分については、蛍光ピーク強度と総溶存アミノ酸濃度には良好な相関性が確認され($R^2=0.91$, $n=19$)、高分子のトリプトファン様蛍光の由来はタンパク質であることが確認された。

一方、未分画の生下水については、蛍光ピーク強度と総溶存アミノ酸濃度の相関性は高くなかった($R^2=0.50$, $n=16$)。詳細な検討の結果、アミノ酸以外の低分子蛍光成分がトリプトファン様蛍光ピークに大きく寄与している可能性が示唆された。

低炭素化を志向した多段的アナモックス活用による排水中の窒素除去の高度化

(独)日本学術振興会科学研究費（令和6～8年度）

見島伊織（代表）

共同研究機関：東洋大学

1 研究背景と目的

下水処理においては、窒素除去への酸素供給の曝気のためのエネルギー由来のCO₂排出が多いため、必要酸素量を半減できるアナモックス処理に期待が寄せられている。本研究では、アナモックス処理を水処理系と污泥処理系の排水の処理に多段的に活用することを試みる。両処理において高い窒素除去性能を有するアナモックス細菌を使用することとし、実験的に窒素除去活性と生物叢が維持される条件について明らかにする。また、多反応との競合によるアナモックス反応の失活の抑制についても検証する。最終的に本研究で提案する多段的アナモックス活用技術による排水処理の低炭素化効果を申請者が考案した手法を用いて定量的に評価する。

本年度においては、微量金属に着目して、アナモックス細菌の窒素除去活性と生物叢の維持条件を明らかにするとともに、多反応との競合によるアナモックス反応の失活抑制条件を検証した。

2 方法と結果

水処理系と污泥処理系の排水を想定し、NH₄Clを窒素源とした実験を行った。ポリビニルアルコール系ビーズ担体にアナモックス細菌と硝化細菌を付着固定化した装置を用い、水温とpHを制御して微量金属添加濃度の影響を評価した。評価指標としては、アンモニア酸化速度と窒素変換速度を用い、温室効果ガスであるN₂O転換率も測定した。

微量金属の影響調査では、Mo(VI)の制限実験などを行った。Mo(VI)を制限すると処理水中にNO₂-Nが残留し、特にアナモックス活性が低下した一方、アンモニア酸化活性には大きな変化がなかった。適切な濃度のMo(VI)添加により処理水質は回復した。また、遺伝子解析によりMo制限下でアナモックス細菌の優占種が変化することが確認され、生物叢維持条件の一端が明らかになった。

これらの結果から、多段的アナモックス活用技術においては、適切な濃度の微量金属の添加が窒素除去活性と生物叢の維持に不可欠であることが示された。また、微量金属制限による多反応との競合(特にN₂O生成への経路シフト)が確認され、微量金属の適正管理によりアナモックス反応の失活が抑制できることが明らかになった。これらの知見は、本研究で提案する多段的アナモックス活用技術による排水処理の低炭素化に貢献するものである。

浮遊細菌を介した未知の窒素動態が淡水圏の窒素循環に与える影響

(独)日本学術振興会科学研究費（令和4～6年度）

渡邊圭司（代表）

共同研究機関：(国研)理化学研究所

1 研究背景と目的

河川に生息している浮遊細菌の*Flavobacterium*属が、有機態窒素の半分近くをアンモ態窒素に変換していることを発見した。これはアンモニア化と呼ばれ、水圏の窒素循環において重要な反応であるが、どのような種類の細菌が主に担っているのかといった情報は、これまでそのほとんどが明らかになっていない。また、*Flavobacterium*属の細菌は、埼玉県内河川で次世代シーケンサーによる菌叢解析を行ったところ、最もリード数の相対割合が高いグループであった。以上の結果は、淡水圏の生態系において、これまで未知の浮遊細菌を介した窒素循環プロセスが存在することを示唆している。本研究では、浮遊細菌を介した窒素循環プロセスの全容解明を目的としている。本年度は、浮遊細菌のゲノム情報及びLC-QToFMSによる河川水中の有機態窒素化合物の網羅分析結果から、浮遊細菌を介した淡水圏の窒素循環の生態学的意義を解明する。

2 方法と結果

埼玉県内の河川水試料について、HILICモードを利用したLC-QToFMSによる有機態窒素化合物の一斉分析を行った。検出された有機態窒素化合物は、尿素及びクレアチニンであり、遊離アミノ酸は検出されなかった。しかし、尿素とクレアチニンの有機態窒素化合物への寄与（相対存在割合）は小さかったことから、有機態窒素化合物の主要成分はペプチド、タンパク質もしくはその他の物質で構成されていると推察された。

*Flavobacterium*属の細菌(SHINM13株、GENT11株、GENT5株)のゲノムについて、KEGGデータベースのBlastKOALAを使用したアノテーションを行った。その結果、有機態窒素化合物(主にアミノ酸)のアンモニア化に関連する遺伝子が5～7個見つかったが、硝酸還元、脱窒、窒素固定、annamoxやアンモニア酸化に関連する遺伝子は見られなかった。以上のことから、これらの*Flavobacterium*属の細菌は、河川水中の窒素循環において、有機態窒素化合物(ペプチドやアミノ酸)を分解し、アンモニアを生成するアンモニア化(無機化)に寄与していると推察された。

衛星熱画像を活用した次世代型地中熱源ヒートポンプの適地評価手法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費（令和4～6年度）

濱元栄起（代表）

共同研究機関：神奈川県温泉地学研究所、(国研)産業技術総合研究所

1 研究背景と目的

地球温暖化やエネルギー問題に対応するために再生可能エネルギーへの転換が求められている。特に「地中熱エネルギー」は広域的に活用できるエネルギーとして有望である。これを利用した地中熱システムは、海外では多数の導入実績があるが、国内では、コスト面による課題で3千台程度に留まっている。コスト面での課題を解決するひとつの方法として、複数の用途の異なる施設間で熱交換井を共有して活用する「地中熱の面的利用」が注目されている。その際に、課題となるのは施設間を結ぶ熱導管の埋設深度である。この埋設深度は、地表面温度の変動の影響が小さい深い深度に設置することが望ましい。ただし、埋設深度が深くなると埋設コストがかかることから、最適深度を評価する必要がある。このような評価方法を確立し、社会(行政機関や事業者団体等)に発信することで社会実装に役立てることができると考えている。

2 方法

本熱導管の埋設深度を評価する直接的な方法は、土壌中の温度を深度別に測定することである。ただし、この方法では、多地点で1年以上の長期間測定することは困難である。そこで、本研究では地表面における温度をモニタリングし、熱輸送方程式を用いて深度別の温度を推定する。ただし地表面における温度測定も、多地点で長期間測定することは難しい。そこで、本研究では衛星による熱画像を解析し、地下温度変動を推定し、熱導管の最適深度を評価する方法を新たに提案する。この衛星熱画像は1km程度の低分解能であることから、地表面の実測データやドローンを活用した高分解能な熱画像も活用し、評価手法を検討するものとする。

3 研究成果

本年度は、数十メートル程度のより深い深度についての推定を行った。ここでは気象庁などが100年間以上の長期間測定しているデータをもとに評価したところ、地下水観測井で温度検層によって測定したデータと整合的な結果を得ることができた。評価深度によって衛星データや気象データを活用することが重要である。

埋立およびリサイクルによるプラスチック添加剤の環境汚染実態の解明

(独)日本学術振興会科学研究費（令和5～8年度）

高沢麻里

共同研究機関：東京農工大学（代表:水川薫子）

1 研究背景と目的

プラスチックに含有される様々な添加剤は、適正に回収され処理をされても、埋立地の浸出水から環境中に広がったり、リサイクルによって再度製品に含有されたりと非意図的に循環している。本研究では「非意図的に循環する化学物質」に着目し、埋め立て処分場の浸出水及びリサイクルされた再生プラスチック中に含まれる添加剤およびその分解産物の環境挙動を明らかにすることを目的とした。先の研究では、樹脂主成分かつ内分泌かく乱物質として問題視されているビスフェノールA (BPA)とその類縁物質の測定法を開発した。本研究では、測定対象物質の拡充を行った。プラスチックやパーソナルケア製品等に幅広く使用され、かつ内分泌かく乱物質として指摘されているフェノール類を追加し、BPA類と併せて全36物質の一斉分析法の検討を行った。

2 方法

測定対象物質36物質の内訳はビスフェノール類10種、ハロゲン化BPA10種、ベンゾフェノン類4種、パラベン類6種、クロロフェノール4種、その他2種である。標準試薬は東京化成工業株式会社製を用いた。これらの定量には液体クロマトグラフ-タンデム四重極質量分析計(LC-MS/MS)を用いた。機種はShimadzu LC-40Dシリーズ及びShimadzu 8060-NXを用いた。分析カラムにはInertSustain C18(2 μ m, 2.1 x 100 mm)を用いた。移動相は0.01%酢酸水及び0.01%酢酸アセトニトリルを用いた。

3 結果

HPLCカラムを用いた分析方法を検討した。各物質群における分析感度はパラベン類>ベンゾフェノン類>ビスフェノール類>塩素化BPA類>臭素化BPA類>クロロフェノールであった。本測定対象物質には構造異性体が複数含まれていることから、化学物性が極めて近い物質の分離が必要であった。グラジエントプログラムにおいてカラム内の有機溶媒比率を緩やかに上げていくことで分離が可能であった。分離の過程でリーディングを起こす物質が見受けられたため、試料最終溶液をアセトニトリル/水で定容することでピーク形が改善された。上記で確立した分析法の測定時間は15分/検体であり、おおよそその装置定量下限値は0.002～0.1 ng/mLであった。今後は浸出水や下水放流水等に含まれる対象物質の抽出を行うべく、前処理方法の確立を進める。

地域気象データと先端学術による戦略的社会共創拠点 (ClimCORE)

(国研)科学技術振興機構 共創の場形成支援プログラム
COI-NEXT 共創分野本格型 (令和2～令和11年度)

河野なつ美

共同研究機関：東京大学 (代表：中村尚)、東北大学、(国研) 農業・食品産業技術総合機構、ほか25機関

1 研究背景と目的

現在、農業現場での気象情報の有効活用ツールとして「農研機構メッシュ農業気象データシステム」が用いられている。本システムは主にアメダスの過去値を補正した空間解像度が約1kmで提供されているものの、要素間の整合性に欠ける場合があることが懸念されている。さらに今後、気象庁はアメダス観測システム的大幅な転換を予定しており、農作物の育成に非常に重要な日射・日照の観測が停止される方針である。そのため、領域気象モデルWRFを用いた、詳細農業土地利用分布やその変化が農業気象値に与える影響を抽出するとともに、領域再解析データを基とした新たなメッシュ農業気象データの作成を、特に時別値を軸として実施する。

2 方法

本事業では、領域再解析データによる農業気象災害とイネ病害・高温リスク情報の創出および高解像度の農業気象・地域気候予測シナリオの開発・高精度化を行うことを目標とする。そのために①気象モデル出力検証用データセットの作成、②作物収量変動・品質低下の要因解析、③新たなメッシュ平均値の開発を設定し、既存の高解像度の気象モデル出力を用いて、これらモデル出力の検証、農業分野への気象気候影響解析、および新たな農業気象・地域気候予測のための基礎データセット (平均値) の作成を行った。さらに、新たなメッシュ平均値や農業気象データセットを含めた基盤データを用いて、「農研機構メッシュ農業気象データシステム」の複数要素において時間値を開発・更新するような、高精度・高解像度のメッシュ農業気象データの開発を行う。

3 これまでの結果

JRA-55とERA-5を用いて、東京大手町の夏季日降水量をアメダス観測値の頻度分布と比較すると、JRA-55と観測値と比較して頻度分布の幅が広く、20mm以上の出現率が高くなる傾向を示し、ERA-5は頻度分布の幅が狭く、10mm以下の雨量の出現率が10%近くを占めていた。とりわけ、JRA-55とERA-5では水平解像度がそれぞれ約130km、30kmであるため、観測地点の気象場を十分再現できているわけではないことが判明した。

水生生物カードゲームで深める河川体験学習の普及

(公財)河川財団 河川基金助成事業 (令和6年度)

田中仁志 (代表)、木持謙
共同研究機関：東北工業大学、東洋大学

1 研究背景と目的

市民は、幼少期に河川に親しんだ体験の頻度に応じて水辺を愛でて、河川環境の持続的保全行動や行政施策に理解を示すといわれる。現在、小学校によっては、総合学習の授業において生物調査を伴う環境学習が実施されている。調査時の生息生物情報の有無は、参加者の取組意欲に影響する可能性がある。河川体験学習をより効果的に実施する目的で主な対象を小学生に設定し、川の生き物と水質の関係、川を守る行動を楽しく学ぶことができる教材として、水生生物カードゲームを開発した。このカードゲームにより河川水質と生き物の関係、河川に優しい行動を楽しく学習する教材の普及を目指すことを目的とする。

2 今年度の実施内容

宮城県と埼玉県の2会場で小学生を対象に川の学習イベントを開催した。日程及び場所は、7月30日(火)1日間、広瀬川御霊屋橋上流及び片倉市民センター(宮城県仙台市)、8月18日(日)～19日(月)2日間、都幾川くらかけ清流の郷及び唐子市民活動センター(東松山市)である。イベントの内容は、両会場とも同じで、「河川環境と生息する水生生物の講話(座学)」、「水質指標生物と川に優しい行動を学ぶカードゲームの実施」、「水生生物調査と採取された生き物の観察と河川環境の解説」、「バックテストによる簡易水質検査」、「紫外線硬化樹脂による生物標本のアクセサリーづくり」から成り立っている。

水生生物カードゲームのカードは生き物カード(生物学的水質階級と階級ごとの指標生物)とイベントカードで構成されている。イベントカードは、川をきれいに守る行動と川をよごしてしまう行動で構成されている。ゲームでは川に優しい行動は水質階級が上がり、川に優しくない行動は水質階級が下がるルールとなっており、川に優しい行動の理解を促している。参加者にはイベントの効果を検証するためのアンケート調査を実施した。アンケート結果では、「楽しかった」、「また来年参加したい」、「生き物の名前が覚えられた」といった好意的な感想がたくさん寄せられた。都幾川で行った水生生物調査では、水質階級Ⅱの指標生物であるヒラタドロムシが採集された。これまでに川で生き物を採取する経験が無い児童であったが、ヒラタドロムシを正しく分類できたことから、事前学習で行った水生生物カードゲームの効果と推察された。

河川魚類の資源動態に影響を及ぼす化学・物理学・生物学的環境要因の探索

(公財)日本釣振興会 2024年度魚族資源の資源動態や生息環境に関連する研究助成 (令和6年度)

木持謙 (代表)、田中仁志、渡邊圭司

1 研究背景と目的

オイカワ等を中心に埼玉県内河川の魚類相の把握とDNAコピー数に基づく資源量の推測を行うとともに、魚類生息に影響する可能性のある因子(環境要因)と併せて魚族資源減少の原因を考察し、可能な範囲で対応策・改善策を検討・提案する。

近年、内部標準魚種DNAを添加することにより、定性評価に加えて、試料中のDNA濃度(コピー数)を評価し得る定量メタバーコーディング法(qMiFish法)の研究開発が進んでいる。この技術を用いた魚類環境DNA定量網羅的解析による検討を行う。

2 方法

研究対象魚種は、フナ類、ウグイ、オイカワ、モツゴ、タモロコ、タナゴ類とした。調査対象地点は、これらの魚類の生息が想定される埼玉県内河川における水質等常時監視地点から17か所を設定した。魚類生息への制限因子としては、BOD・NH₄-N・捕食者の存在(バス類)を想定した。

また、令和6年10月に各地点で採取した河川水試料に対して、qMiFish法による魚類環境DNA定量網羅的解析を行い、当該地点の魚類相を把握するとともに、対象魚種の検出DNAコピー数を基に、当該地点における優占魚種を推測した。

さらに、近年の各地点における制限因子のデータとDNAコピー数の関係等を解析し、各因子と魚種ごとの生息特性の考察と対応策・改善策の模索を試みた。

3 研究成果

定量評価の観点からは、地点ごとの各魚種のDNA濃度のデータが得られた。有機汚濁の指標となるBODはほとんどの地点が2 mg/L以下であり、最も高い地点でも5 mg/L未満と、全般的に良好な水質(河川A類型相当)であった。フナ類、タモロコ、モツゴはBODが高い環境でDNAコピー数が多い傾向があった一方で、ウグイ、オイカワについてはBODが低い地点でDNAコピー数が多い傾向がみられた。これは、ウグイ、オイカワは、前3種に比較して、より良好な水質の河川で優占化する可能性を示唆している。DNAコピー数レベルでの生息魚種の半定量評価と異なる地点間の比較ができた。

小型浄化槽の海外展開を志向した処理性能の可視化

(公財)日本環境整備教育センター 浄化槽に関する調査研究助成 (令和6年度)

見島伊織 (代表)

共同研究機関：滋賀県立大学

1 研究背景と目的

世界の下水道未整備地域では分散型排水処理システムが重要な役割を果たしている。米国では従来型セプティックタンクに加え、高度処理ユニット(ATU)が普及し、日本の高性能浄化槽技術の展開が期待されている。セプティックタンクは栄養塩類除去と病原体不活性化に限界があるが、ATUは好気性処理により性能を向上させている。日本の浄化槽技術は省エネルギー化、超小型化、栄養塩除去機能強化など技術革新が進み、海外展開が加速している。特に米国ではEPAが水質基準を厳格化し、栄養塩除去技術の導入が求められているが、海外展開には初期コスト増加や市場適応性の課題がある。本研究は日本の小型浄化槽の海外展開を見据え、処理性能の可視化と米国市場における適用可能性を明らかにすることを目的とする。

2 方法と結果

米国における既存ATU、高度ATU、リン除去型ATUの3カテゴリーで評価を実施した。水質データは既存ATUでは文献値を採用し、高度ATU、リン除去型ATUについては設置済みのATUの放流水の水質を用いることとした。環境負荷評価ではライフサイクルアセスメント手法に基づくモデルを構築した。運用段階のフォアグラウンドデータには放流水負荷量、温室効果ガス排出量、電力消費量などを用いた。環境影響評価にはLC-Impactの被害係数を用い、経済価値換算係数は米国本土の海域接する州の住民を対象としたアンケート結果から算出した。

結果として、高度ATUではT-N値が大幅に低下し、リン除去型ATUではさらにT-P値が著しく低いことが確認された。これは、高度ATUの嫌気ろ床槽と循環設備による生物学的窒素除去、それに加え、リン除去型ATUの鉄電解方式による化学的リン除去が機能していることを示している。

環境影響評価では、ほとんどの影響領域において高度ATUとリン除去型ATUは既存ATUより環境負荷が小さく、特に富栄養化への影響低減が顕著であった。経済価値換算の結果、リン除去型ATUの環境負荷は既存ATUのより大幅に低い値となった。これらの成果は、米国の富栄養化が著しい内湾地域へのリン除去型ATU導入を促進する重要な情報となり、日本の水処理技術の国際競争力強化と持続可能な水環境実現に貢献するものである。

地方における再エネ熱面的利用促進に資する導入支援技術の開発

(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構委託事業
(令和6～10年度)

濱元栄起、石山高、柿本貴志、高沢麻里、

嶋田知英、大和広明

共同研究機関：(国研)産業技術総合研究所（代表：富樫聡）、(地独)北海道立総合研究機構、静岡県環境衛生科学研究所、岐阜大学、金沢大学、秋田大学

1 研究目的

再エネ熱大量導入および地域活性化の実現に向けて、地方における再エネ熱の面的利用および大量導入を実現するための導入支援技術の一環として事業化支援技術開発(再エネ熱面的利用の事業モデル構築とガイドライン作成)に取り組む。なお、再エネ熱利用のなかでも地中熱に関しては、地質・地下水環境や利用形態(例えば、クロードループ式地中熱ヒートポンプシステム：CL式やオープンループ式地中熱ヒートポンプシステム：OL式等)が様々であり、適切な利用形態を科学的エビデンスに基づき自治体関係者や都市計画策定者等の再エネ熱面的利用のステークホルダーが容易に判断する技術が存在しない。そこで、本研究開発では再エネ熱面的利用の事業化支援技術開発の前段として地中熱利用システムの導入支援技術の開発も実施する。

2 方法

地中熱利用システムの導入支援技術の開発では「①CL式：ポテンシャル評価手法の高度化」および「②OL式：水質を考慮したシステム最適化技術の開発」を実施する。②の実施事項は、1)地下水質を考慮したOL式導入判断支援技術の開発、2)OL式長期運用コスト評価に資する室内透水カラム実験の実施の2項目から構成される。

地方版再エネ熱面的利用の事業化支援技術の開発では、③再エネ熱面的利用の事業モデル構築とガイドライン作成を実施する

3 結果

当センターは②OL式：水質を考慮したシステム最適化技術の開発を主に担当し、本年度は測定項目の検討、行政事業と連携しての採水分析の計画を立てた。また、OL導入支援に役立つ決定木について文献調査をもとに初期モデルを作成した。