

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)

大原利眞、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

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。また、地表O₃は同時に気候変動の進行による地域気象やアジア大陸からの越境汚染に駆動されて複雑に応答することが予測される。従って、地表O₃対策のためには、これら全ての変動要因を取り込んだ温暖化実験によってO₃の将来像を描く必要があるものの、国内の地表O₃を対象に全ての変動要因を考慮した予測結果は見当たらない。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量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、①将来(2030年及び2050年)のベースラインシナリオ作成、②領域気象モデルを用いた現況再現実験を行う。①については、環境研究総合推進費S-20-3で推計された2つの排出シナリオ、FIX(技術進展のない「技術固定シナリオ」とBaU(これまでの技術進展を考慮した「なりゆきシナリオ」)をもとに、大気汚染物質の将来排出量を推計する。②では、現況の気候場(2013～2017年)を対象にしてナッジングの有無の現況再現計算を2ケース実施し、気象場をより良く再現可能な設定を検討する。

3 研究成果

2050年のFIXシナリオでのNO_xとVOC排出量は2015年に比べ、中国では1.9倍と2.1倍、日本では0.7倍と0.9倍となった。一方でBaUシナリオでは、中国では1.3倍と1.6倍、日本では0.5倍と0.6倍となった。また、国別変化率と2015年のHTAPv3排出量をもとに、グリッド別排出量を推計した。

また気温と降水量の再現性に着目したところ、気温では2ケースで概ね観測と一致する結果が得られたものの、降水量はナッジング無において2～3倍程過大評価した。一方でナッジング有は日本付近の海域雨量を過小評価していたため、今後はO₃濃度の比較を踏まえた詳しい解析を実施する。

先が読めない廃止期間を、半物理・半統計的に評価するための最終処分場エミッションモデルの構築

(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費
(令和3～5年度)

磯部友護

共同研究機関:(国研)国立環境研究所(代表:石森洋行)

1 研究背景と目的

我が国の廃棄物最終処分場では、埋立終了後も水処理などの維持管理を継続し、最終的には法的なプロセスを経て廃止を行う。しかしながら、廃止期間は数十年を要することが多く、さらに廃止基準を上回る自主基準設定による廃止期間の長期化や、それに伴う維持管理コスト増大といった問題が顕在化しつつある。本研究では、これらの課題解決に資するべく、従来の均質系の物理シミュレーションではなく、埋立廃棄物の不均質・不確実性に起因する予測誤差を統計処理により補正する、理論と実測を組み合わせた実用的な予測モデルの構築を行う。

2 方法

予測モデルの構築にあたり、理論的な予測誤差の補正を行うために①処分場内部の水分浸透状況(水みち)の解明、②個々の処分場の構造データや浸出水データの収集、を行う。①にあたっては環境整備センター13号埋立地及び県内の一般廃棄物最終処分場を調査対象とし、比抵抗探査によるモニタリングを行う。②にあたっては、県資源循環推進課・環境整備センター・環境科学国際センターが県内市町村等の処分場担当者を対象として設置した「県内最終処分場設置団体連携会議」に参画し、処分場データの収集を試みるとともに、研究者と実務者が情報を提供しあえる対話プラットフォームの構築を行う。

3 結果

太陽光パネルとリチウムイオンバッテリー(LiB)を組み合わせた独立電源と遠隔操作ユニットを併用した比抵抗モニタリングシステムを構築した。注水試験、及び強雨イベントにおける比抵抗モニタリングにより、浸透水の下方方向への移動に伴う比抵抗変化に加え、ガス抜き管のような内部構造物の存在を反映した比抵抗変化率の分布が確認され、処分場内部の水みち検出が達成された。

また、複数の県内市町村や事務組合へのヒアリングと維持管理データの収集を行うとともに、令和4年3月以降に開催されたすべての県内最終処分場設置団体連携会議に参加し、廃止期間の予測ツールのデモンストレーションや廃止に向けた制度的・技術的な課題整理を行った。

汚泥濃縮車を活用した浄化槽汚泥の収集・運搬・処理過程における環境負荷削減効果の網羅的解析および最適活用方法の提案

(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費

(令和3～5年度)

見島伊織

共同研究機関: (公財)日本環境整備教育センター(代表: 濱中俊輔)、東北大学

1 研究背景と目的

浄化槽汚泥はバキューム車や汚泥濃縮車を用いて収集し、汚泥処理施設に運搬されている。一方、汚泥処理施設は統合・広域化が検討されており、広域化によってバキューム車等の走行距離・時間が従来よりも増大すると懸念され、汚泥の収集・運搬に係るコストやエネルギー消費量が増大すると推定される。そのため収集・運搬の効率化は重要な課題となっている。汚泥濃縮車は浄化槽内の中間水に含まれる汚泥を凝集処理によって回収し、その分離液を水張りに活用できるため、引き抜きをした浄化槽に戻る必要がないという特徴がある。このため汚泥濃縮車の導入は浄化槽汚泥の収集・運搬の効率化に貢献できると期待される。しかしながら、浄化槽汚泥の収集・運搬、及び汚泥濃縮車で得られる濃縮汚泥の処理におけるエネルギー消費については知見が乏しく、基礎的な情報を収集することが求められる。

今年度は、GISソフトウェアを使用して対象地域の汚泥の収集・運搬ルートを解析し、総走行距離を算定することで、既存のバキューム車の代替として濃縮車を活用した際の有用性を評価した。また、汚泥処理施設の統合が総走行距離へ与える影響についても検討した。

2 方法と結果

埼玉県内の中規模の人口を有する市を対象とした。この市に設置されている浄化槽のうち、合併処理浄化槽は約60%、単独処理浄化槽は約40%である。解析においては、清掃業者を出発し、バキューム車および濃縮車の積載量の範囲でいくつかの浄化槽において汚泥収集を行い、し尿処理施設で汚泥の投入を行うこととした。濃縮車使用時は再度浄化槽を訪問せず直接清掃業者に移動することとした。なお、今回は家庭用の10人槽以下の浄化槽をターゲットとして1年間にすべての浄化槽の汚泥搬出を行うこととした。

浄化槽汚泥の収集・運搬に要する総走行距離を計算したところ、濃縮車使用時は総走行距離が大幅に減少した。バキューム車から濃縮車へ変更することにより、概ね40%程度に総走行距離を削減できることが試算された。現状と統合条件での浄化槽汚泥の収集・運搬に要する総走行距離の比較したところ、いずれの条件においてもし尿処理施設が統合された場合でも、総走行距離はほとんど変化しないことが示唆された。

国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務 環境省委託事業 環境省地球環境局総務課気候変動適応室

(令和3～5年度)

大和広明(代表)

共同研究機関: 東京都立大学、武蔵野大学、東京理科大学、(一財)気象業務支援センター

1 研究背景と目的

2018年12月に気候変動適応法が施行され、地方自治体は、地域気候変動適応計画を策定する努力義務を負うことになった。当センターは、埼玉県及び市内の市の地域気候変動適応センターとして、気候変動が県民生活に与える影響と適応策に関する情報を発信している。本事業では、気候変動の影響が見られる暑熱分野に着目し、県内の一部の市の地域気候変動適応センターと共同で熱中症対策の情報を収集し、個人のレベルでも実行可能な熱中症対策の普及啓発を行うことを目的とする。

2 今年度の取組

以下の方法で熱中症対策の情報を収集、提供する。

2.1 高齢者の暑さの感じ方と屋内暑熱環境調査

高齢者35世帯を対象に、暑さの体感アンケートと居室で温湿度観測を実施して、高齢者の感じる暑さの体感と実際の屋内暑熱環境との乖離、エアコンを使用しない場合の温湿度に基づく熱中症リスクについて分析を行う。

2.2 暑さ指数のwebサイトでの提供

県立高校や農業現場に設置したIoT暑さ指数計で観測した暑さ指数を、埼玉県気候変動適応センターのwebサイトで提供し、県民に熱中症対策の参考にしよう。

2.3 熱中症の救急搬送者数の将来予測

県消防課から収集した県内27消防本部の熱中症の救急搬送者数と将来の気温データを用いて、熱中症の救急搬送者数の将来予測を行う。

3 結果

昨年度に引き続き調査対象者の高齢者の一部には暑さの体感と実際の暑熱環境との乖離があったことが明らかとなった。また、エアコンを使用していない部屋では、夜間の室温が30℃以上で、熱中症リスクが高い状態で就寝していることが明らかとなった。

暑さ指数の埼玉県気候変動適応センターのwebサイトで提供では、複数社の新聞社で記事化と知事会見に取り上げて頂き、多くの県民に熱中症対策の参考にしてもらった。

収集した情報の一部は、出前講座での紹介や気候変動適応センターのwebサイトに掲載して熱中症対策の普及啓発を行った。

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

2022年11月~2023年2月に、JR宇都宮線東鷲宮付近で試料採取を行った。採取にはナノサンプラー(KANOMAX社)を用い、 $10\mu\text{m}$ 以上($\text{PM}\geq 10$)、 $10\sim 2.5\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{10-2.5}$)、 $2.5\sim 1.0\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5-1}$)、 $1.0\sim 0.5\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{1-0.5}$)および $0.5\mu\text{m}$ 未満($\text{PM}_{0.5}$)の5つの粒径に分類採取した。

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、片方は磁気分離を行った後で顕微鏡観察と元素分析を行った。もう片方はテスラメーター(TM-601)を用いて磁化率測定を行ったのち、振動試料型磁力計(VSM)を用いて磁気特性の測定を試みた。

3 結果

粉じん量が最も多かったのは $\text{PM}_{10-2.5}$ であり、いわゆる周辺土壌の巻き上げ粒子や電車の走行による粉じんが主成分と考えられた。一方、磁性フラクション比では $\text{PM}_{10-2.5}$ と $\text{PM}_{0.5}$ が高く、最も高い値は $\text{PM}_{10-2.5}$ が0.039、 $\text{PM}_{0.5}$ が0.028であった。

磁性フラクション中の無機元素成分は、軽元素を除けば、全ての粒径範囲でFeの比率が最も高かったが、道路沿道で採取した粒子とは構成比に大きな違いが見られた。また、Feを除外した元素比で特徴的であったものは、Mn(マンガン)とMo(モリブデン)であった。鉄道用レールには耐摩耗性、耐食性を高めるためMnが添加されている。また、ブレーキは踏面ブレーキと呼ばれる方式が採用され、同じ理由からMo、Mnが添加されていることから、これらに由来するものと考えられた。

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な解析やデータドリブ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:様々な手法による共通試料の包括・ノンターゲット分析

100種類以上のPRTR関連物質の標準溶液を作成し、LC/QTOFMSのカラム・移動相条件を検討した。ディレイカラムと分析カラムを組み合わせた分析条件により、LCシステムに由来するブランクの影響を低減した一斉分析条件を確立した。検討した分析条件は共通試料の包括・ノンターゲット分析の共通条件として採用された。

サブテーマ2:計測データの統合解析と物質推定の高度化

ケモインフォマティクスと機械学習を組み合わせ、化学構造からLC/QTOFMSでの保持時間ならびに感度について予測できる学習モデルを作成した。また、LC/QTOFMSによるSwathモード測定データに対しても、NMFを用いてピークを抽出し、得られた質量スペクトルをデータベースと照合できるようにした。

サブテーマ3:ノンターゲットデータからの原因探索

埼玉県の河川水の固相抽出試料の分析データを参画研究者と共有し、環境異常時におけるノンターゲットデータからの原因探索手法について基礎的な検討を行った。

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・海氷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・海氷相互作用、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・海氷結合予測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・海氷結合プロセスなどについて調査し、北極大気予測可能性向上に資する研究を行う。

2 方法

気象庁気象研究所で実施された複数解像度の大気海洋結合モデルによる数値実験の解析を行った。本実験は2018年9月の各日を初期値とした11日予報であり、高解像度(～10km)と低解像度(～100km)の大気モデルそれぞれを、高解像度(1/10°)および低解像度(1°)海洋モデルと結合した実験である。これにより、大気海洋結合過程の表現が北極大気予測にどのように影響するかを評価した。

3 結果

2018年9月17日から24日にかけて、低気圧AliおよびBronaghが北大西洋上で連続して発生し、低気圧Heleneと併合し、スカンジナビア半島の北で強い北極低気圧へと発達した。2018年9月17日を初期日とする大気高解像度-海洋高解像度モデル実験は、大気高解像度-海洋低解像度モデル実験よりも正確に北極低気圧の位置を予測し、北極全体の予測スキルも高かった。予測スキルの差は北大西洋上で発生した低気圧の発達と移動に関連していた。北大西洋海流域では、微細な海洋前線が鉛直混合メカニズムおよび圧力調節メカニズムを通じて、地表から対流圏中層の風速に影響を与えているとともに、地表面潜熱フラックスを通じて対流圏下層の渦位に影響を与えており、それらが7日予報の低気圧の発生・移動の実験間の違いを生じさせた。これらの結果は、中・高緯度の大気海洋相互作用が、北極低気圧を通じて北極大気予測精度を向上させることがあることを示している。また、低気圧の予測が海洋及び海氷縁の予測にも影響を与えることが示された。

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)、大原利真、米持真一

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

2023年6月から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の4m(地上部)、17m、23m、30m(最上部)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設置し、BVOCの鉛直分布を把握した。また、異なる2高度間(23mと30m)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2023年10月に高度30mの位置で、タワーとドローン(タワーから10m～20m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6月～10月までの鉛直分布については、高度17m(キャノピー内部)で最も高濃度であり、高度23m～30mの間で明確な濃度勾配が確認された。放出源については不明だが、高度4m(地上部)でイソプレン濃度の高い時期(6月～8月)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。当該期間のイソプレン放出フラックスは、国内外の既報の範囲内であった。気温が相対的に低くなる11月～2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受けられなかった。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成分といわれており、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観測値については、平均値ベースで約20%の違いであった。

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(微生物など)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進展させられる可能性がある。本研究では、身近なところで得られる降水試料に着目し、そこに痕跡として残る氷晶核を対象とした観測研究を実施する。

2 方法

2023年4月から2024年3月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1mm、2mm、3mmの初期降水試料を得た。氷晶核は液滴凍結法と呼ばれる方法で計測した。また、降水の主要イオン成分をイオンクロマトグラフィーで分析した。

3 結果

初期降水の分析結果から、主要イオン濃度は最初の1mmで高く、次第に減少する傾向が見られた。一方で、氷晶核数濃度については明確なパターンがなかった。主成分分析を行ったところ、主要イオン濃度と氷晶核数濃度は全く異なる変動をすることが統計的に示された。一般に、降り始めの雨ではイオン濃度が高く、雲下での洗浄が働いていると言われている。これに対して、氷晶核では雲下での洗浄が働いておらず、雲内での洗浄の方が寄与していることが考えられた。

そこで、氷晶核と降水をもたらす雲との関係性をさらに検討するために、センター屋上に設置のレーザー降水降雪計(ディストロメーター)から得られた降水粒子の数密度や降水強度と氷晶核数濃度の関連性を解析中である。現在のところ、降水強度が大きいほど氷晶核数濃度が低くなる傾向が得られている。今後も氷晶核の観測を継続し、降水の物理パラメータを組み合わせた解析を実施していく。

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、福島県南会津町の里山と長野県軽井沢町周辺の浅間山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。また、上記の2サイトと、埼玉県秩父市の東大秩父演習林の高標高域でストレスホルモン測定用のニホンジカ糞を採材した。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。

野生動物の行動に対する暑熱影響を把握するためのバイオリギング調査に向けて、生態園において冬季にタヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)の捕獲を開始し、自動撮影カメラによる出没状況と行動の調査を継続した。

3 来年度の予定

浅間山サイトを中心に自動撮影カメラを用いた野外調査と、糞サンプルの採集を継続する。また、糞DNA解析によってニホンジカ雌雄判別を行い、人間活動に対する行動反応とストレスホルモン応答の性差も検証する。取得済みのニホンジカの行動データを解析して、人間活動の地域差と行動反応の関連性を検証する。

気候変動応答に関する研究では、バイオリギング法により暑熱環境下での活動量や行動の変化を調査し、外気温や湿度などの気象条件との関係性を把握する。

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、多媒体におけるシロキサン類及び有機ケイ素のマスバランス調査から、シロキサン類の分子構造、分子量に依存する環境動態、蓄積傾向を解析する。

2 今年度の実施内容

2022年度に引き続き、元荒川(元荒川水循環センター周辺)及び東京湾内湾を調査地域に選定した。元荒川では、2023年10月~11月に調査を実施し、投網、たも網等を用いて魚類、貝類等を含む18種の生物を採捕した。東京湾では、2024年2月に底曳網により魚類等の8種の生物を採捕した。2022年度調査で採捕した元荒川及び東京湾の試料について、炭素・窒素安定同位体比を用いて、二枚貝をベースに各生物種の栄養ポジションを推定した。その食物連鎖長は、それぞれ3.8及び4.0であった。

2022年度に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。

共同研究機関では、動力学ベースの予測モデルによる生物蓄積性解析に関して、文献調査を基に生体内への取り込み、代謝、排泄等のモデルパラメータを収集・精査した。また、G-CIEMS関連では、汽水域・海域での脱吸着や粒子沈降に関連するモデルパラメータの検討、実測値との比較検討など、特に東京湾内での挙動に着目したモデルの感度解析を実施した。

2024年度は上述の作業を継続するとともに、実測とモデル予測の比較・照合することで研究を総括する。

バイオエアロゾル共同研究体制確立のための日本・チリ多機関連携セミナー

(独)日本学術振興会二国間交流事業(令和5年度)

田中仁志

共同研究機関: 広島大学(代表: 丸山史人)、京都大学、チリ・ラ・フロンテラ大学、チリ・アントファガスタ大学、チリ・フェデリコ・サンタマリア工科大学、チリ・マゼラン大学

1 研究背景と目的

自然および人為起源のエアロゾル粒子の多くは、小さく軽量であるため風に乗って長距離を移動し、ヒト、動物、植物に様々な急性・慢性疾患を引き起こすことが知られている。近年、特に都市ではヒト由来の微生物も多く飛散していることが知られているが、それらが生物として活性を持った(生きた)状態もしくは遺伝子(死んでも残る)として、発生してから拡散、雪や雨として沈降するまでに種類、量、活性がどのように変遷するかを明らかにした例はない。南米チリ共和国は、極めて人為起源物質の影響がある地域からほとんど手付かずの自然が残る地域まで存在し、汚染源・汚染物質の特定とエアロゾル発生源との相互作用を研究するのに適した数少ない地域である。チリの中で、人口密度と大気汚染度の異なる3地域に着目、生物因子はどこまで拡散するか、拡散に影響を与えるマイクロプラスチックを中心とした物理化学的要因、そして発生から沈降時の変化を明らかにすることを目的にする。

2 実施内容

日本とチリの共同研究を実施するにあたり、i) 既存の日本側代表機関との連携強化、ii) 他の機関同士の新規関係構築、iii) 日本を中心としたバイオとマイクロプラスチックエアロゾルコンソーシアム設立を目指し、本セミナーを令和5年5月16日、ラ・フロンテラ大学(チリ・テムコ)において実施した。セミナーは会場とオンラインミーティングのハイブリット形式で行われ、日本およびチリからそれぞれ4名計8名の口頭発表があった。田中は、「早急な解明が必要なエアロゾル中のマイクロ(ナノ)プラスチックの発生源と挙動の解明について」発表した。マイクロプラスチックの調査や分析環境に関する質問があった。分析する際には、実験室にチリができるだけ舞わないように注意すること、衣服は化繊性ではなく綿性のものを身に着けることなどを回答した。セミナー後、意見交換を行う機会があり、フェデリコ・サンタマリア工科大学 Francisco Cereceda教授は雪のマイクロプラスチックの汚染状況に関心があり、共同研究の打診があった。また、本セミナーを発展させて、マイクロプラスチックと大気と水の相互作用だけでなく、広い分野の研究者が参加するJSPS二国間セミナーへの申請も検討することになった。

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的除去が可能であり、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(この反応をフェントン反応という)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(GHG)であるCH₄及びN₂Oの放出特性や放出抑制の観点からも技術開発を進める。

3 結果

令和5年度は、ラボスケールのSBRを用いて、処理水分離膜の形状等について試作・試験を行う一方、マグネタイトの適正添加量と処理水質やGHG放出特性について検討を実施した。

その結果、小型磁石を設置したステンレス製メッシュを平膜の両側面近傍に配置する形状の有効性が示唆された。一方、マグネタイト粒子を1,000mg/Lとなるように添加した処理系において、CH₄及びN₂Oの放出量が最小となった。

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5年度は、過去の水生生物調査の結果、ならびに事前の住民アンケート調査にて得られた関心のある水生生物の種類の結果をもとに、環境DNA/RNA調査を行う地点ならび評価対象種の選定を行った。調査地点は、「調査対象地域の住民にとって身近な河川」の観点から川越市内の数河川を選定した。

また、特に環境RNA分析の技術的検討を行い、分析方法自体はほぼ構築できた。環境DNA/RNA分析の特性を把握するため、両者向けの採水を川越市内河川で実施すると同時に、詳細な捕獲調査を実施し、魚類のDNA、RNA各分析および捕獲調査の全てのデータが得られた。

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4~6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、湖沼水、下水において、トリプトファン様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。またトリプトファン様ピークがタンパク質量の指標となる条件(水の種類、流域特性、降雨状況など)について整理する。

2 方法と結果

令和5年度は、まず、下水流入水のトリプトファン様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。トリプトファン様ピーク強度は励起波長275nm、蛍光波長335nmの蛍光強度で評価した。下水流入水中の総溶存アミノ酸濃度は、10~27 μ Mの範囲であった(n=12)。トリプトファン様ピーク強度とタンパク質濃度には良好な相関性が確認された($R^2=0.90$)。ただし、詳細な検討の結果、この相関性はDOCあたりのタンパク質量が試料間で大きくは変動しないことを原因とする、疑似相関である可能性が示唆された。

いくつかの下水流入水を限外ろ過膜で分画し、トリプトファン様蛍光の分子量特性を評価した。その結果、ある試料では分画前に検出されたトリプトファン様蛍光のうち、44%が分画分子量500Daの透過液に含まれることが分かるなど、どの試料も多くは低分子成分を含んでいた(n=23)。すなわちトリプトファン様蛍光には多くの低分子成分由来の蛍光が含まれ、必ずしもタンパク質のみが寄与しているわけではないことが確認された。この結果は、下水処理水(n=2)と河川水(n=8)でも同様であった。

リン除去型浄化槽における微生物燃料電池の適用によるリン溶出抑制効果の検討

(独)日本学術振興会科学研究費(令和3~5年度)

見島伊織(代表)

共同研究機関:群馬大学

1 研究背景と目的

小規模排水処理において、BODに加え窒素およびリンを除去可能としたリン除去型浄化槽が開発されている。本浄化槽においては、浄化槽内に設置した鉄電極に通電し、電極より溶出したFeイオンを水中のリン酸イオンと反応させ、不溶化することで水中のリン酸イオンを除去することができる。しかしながら、本法のリン除去の安定化のためには、槽内におけるFe還元に伴うリン放出なども検討する必要がある。実際にFeは2価や3価の状態を取り、リンとの結びつきにも変化が生じるため、リン除去の解析のためにはFeの形態解析がカギとなる。一方で、微生物燃料電池(MFC:Microbial Fuel Cells)は、自身の体外に電子を放出可能な鉄還元細菌などの発電微生物を利用することで、様々な環境中から電気エネルギーを取り出すことが可能な生物電気化学技術の一つである。排水処理や汚染環境の浄化過程から直接電気エネルギーを生成出来るだけでなく、有機物分解促進や硫化物の生成抑制や窒素除去促進、水中のリン酸の低減など、様々な効果が期待できる。

今年度は、本研究では、ラボスケールの鉄電解型浄化槽を作製し、その嫌気槽にMFCを組込むことで、鉄電解型浄化槽へのMFC適用の有無による処理性能への影響やその特性の把握を目的として連続処理実験を行った。

2 方法と結果

実験では、容積1.4Lの嫌気槽と2.1Lの好気槽から構成される浄化槽を模した装置を作製し実験を行った。嫌気槽には別の鉄電解型浄化槽の嫌気槽汚泥を充填した。鉄電解装置として好気槽に鉄電極を設置した。MFCは嫌気槽に設置し、アノードとしてカーボンフェルトを装置下部に、嫌気槽の一側面にエアカソードを設置した。また、対照系として、同じ装置条件で電氣的接続のみを行わない開回路条件も平行して運転を行った。実験は模擬下水を使用した連続処理試験で行い、発電性能の経時変化に加え、嫌気槽および好気槽での処理水質の変化を把握し、装置の排水処理性能を評価した。

TOC濃度は両系共に除去率90%を超える性能を発揮しており、浄化槽として十分な有機物除去性能を有していたといえた。また、MFC系では嫌気槽処理水の有機物濃度が対照系と比較してやや高かったが、これはMFCによる発電により、返送汚泥の有機物分解が促進された可能性が示唆された。リン濃度はMFC系の処理水でやや低く、若干ではあるがリン除去能の向上が見られた。今後は、実験条件を精査して、本プロセスの評価やメカニズム解析を行う。

水圏環境中の抗生物質に対する自然細菌群集の脆弱性とその物質循環に対する影響

(独)日本学術振興会科学研究費(令和3~5年度)

渡邊圭司

共同研究機関:筑波大学(研究代表:濱健夫)、(国研)理化学研究所

1 研究背景と目的

抗生物質は医療機関に加えて、家畜の飼育、魚介類の養殖などで使用され、環境中にも相当量が流出しているものと予想される。環境中に流出した抗生物質は、本来の「標的」細菌とは異なる自然に生息する細菌の成長や代謝に対して、影響を与える可能性は高い。さらに、有機物の分解やそれに伴う栄養塩類の再生など、生態系における物質の循環において、細菌が果たしている機能も影響を受けることが予想される。本研究では、地下水、河川、湖沼および河口水域に生息する細菌群集に対する抗生物質の影響を、現場観測と培養実験を通して明らかにする。特に、抗生物質に対する自然細菌群集の脆弱性に関して、次世代シーケンサーを用いた菌叢解析により重点的に評価する。また、炭素、窒素およびリンの主要な元素の循環過程を追うことにより、水圏環境の物質循環に対する抗生物質の影響を定量的に評価する。

2 方法と結果

綾瀬川の中の橋で採水した試料について、抗生物質の濃度(1ng/L、100ng/L、10 μg/L、1mg/L、10mg/L)を変えて添加し、培養実験を行った。試水は、孔径41 μmのナイロンメッシュフィルター、孔径3.0 μm及び0.2 μmのポリカーボネートアイソポアフィルターで順にろ過し、付着性細菌(41 μm~3.0 μm)及び浮遊性細菌(3.0 μm~0.2 μm)の画分に分けた。それぞれの画分から、DNeasy PowerWater Kit(キアゲン製)で微生物のDNAを抽出・精製し、dsDNA HSアッセイキット及びQubit Fluorometer(サーモフィッシャーサイエンティフィック製)で、得られたDNAの濃度を測定した。抽出・精製したDNAを基に、次世代シーケンサーMiSeqシステム(イルミナ製)で菌叢解析を行った。

テトラサイクリン濃度に対する群集組成の変化を門レベルで評価すると、処理濃度が増加するにつれて、*Proteobacteria*および*Bacteroidetes*門が増加した一方、*Actinobacteria*および*Nitrospirae*門は減少した。これらは、細菌の分類群によって、テトラサイクリンに対する感受性が異なることを示す。自然水中への高濃度の抗生物質の流出は、細菌群集組成の変化等を通して、有機物の分解など、生物地球化学的過程に対して影響を与える可能性をもつ。

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、浮遊細菌の分離株について全ゲノム解析を行い、どのグループにアンモニア化に関連する遺伝子が有るのか、またそれらはどのような種類なのかを調べた。また、CARD-FISH法により、県内河川における*Flavobacterium*属の細菌の現存量を算出した。

2 方法と結果

淡水圏(河川および湖沼)から分離した浮遊細菌の全ゲノム解析を行った。培養液から集菌した菌体から、フェノールクロロホルム-イソアミルアルコール法でゲノムの抽出および精製を行った。ゲノムのシーケンシングは、PacBio製のSequel IIシステムを使用して行った。得られたゲノム配列のアノテーションは、BlastKOALAおよびDFASTを使用して行った。

淡水圏から高頻度に検出される*Flavobacterium*属の細菌に特異的なオリゴヌクレオチドプローブを作成し、CARD-FISH法により県内河川の現存量を調べた。

これまでにゲノム解析を行った浮遊細菌間でアンモニア化に関与する遺伝子の種類を比較したところ、*Flavobacterium*属の細菌はより多くの種類のアンモニア化関連遺伝子を保有していることが明らかとなった。

CARD-FISH法の結果、埼玉県内河川では、淡水圏に特有の*Flavobacterium*属の細菌は、平均で 1.3×10^5 cells/mL、全浮遊細菌の2%程度存在していることが明らかとなった。

微生物不活性化手法を用いた海成堆積物の長期・短期汚染リスク同時抑制手法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費(令和3~5年度)

石山高(代表)、柿本貴志、渡邊圭司

1 研究背景と目的

海成堆積物由来の土壤汚染には、掘削直後における砒素やほう素などの溶出(短期汚染リスク)、黄鉄鉱の酸化に伴う土壤の強酸性化(長期汚染リスク)という2つの汚染リスクが存在する。

本研究では、海成堆積物の2つの汚染リスクを同時に抑制する汚染対策技術を開発する。具体的には、長期汚染リスクに密接に関連している土壤微生物に対する不活性化機能を有すると共に砒素やほう素の不溶化機能を併せ持つ環境保全材料を見出し、これを対策技術に活用する。本技術は、覆土処理や遮水シート処理を要する従来の対策技術に比べ簡便性や迅速性が飛躍的に向上する。

2 実験方法

埼玉県内で採取した海成堆積物に酸化マグネシウム、ホタテ貝の貝殻片、ホタテ貝の焼成材を混ぜ込み(添加率 0~8wt%)、35℃湿潤条件下で風化試験を実施した。試験開始後、1か月間隔で試料を計り取り、風乾後、土壤溶出量試験を行った。硫酸イオンの溶出濃度から酸性化の進行度合いを、砒素やほう素の溶出濃度から不溶化効果を評価した。

3 結果と考察

風化試験の結果、酸化マグネシウムを添加した系は、砒素やほう素などの溶出抑制効果(短期汚染リスク抑制効果)と黄鉄鉱の酸化分解抑制効果(長期汚染リスク抑制効果)を同時に実現可能であることを確認した。

上述の抑制効果は、長期間持続し、風化試験開始後、少なくとも1年以上、短期・長期汚染リスクを抑制し続けることが明らかとなった。土壤pHや有機物含量、土質の異なる海成堆積物で酸化マグネシウムの効果を検討したところ、大宮台地南部の谷底低地に分布する海成堆積物、荒川低地南部に分布する海成堆積物、どちらも短期・長期汚染リスク抑制効果が認められた。一方、中川低地南部に分布する海成堆積物では、上述2地域の海成堆積物と違って、明確な長期汚染リスク抑制効果が得られなかった。中川低地の海成堆積物は、谷底低地や荒川低地の海成堆積物に比べて土壤pHが高いため、黄鉄鉱の酸化を促進する土壤微生物(硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌)のアルカリ耐性が高い可能性が考えられる。そのため、土壤pHを弱アルカリ性に制御して土壤微生物の活性を抑制する本手法が効きにくかったものと考えられる。このような海成堆積物には、pH制御以外の手法を適用しなければならないことが判明した。

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 結果

本年度はMODISデータ、例えば関東平野全域を網羅するエリアの画像からピンポイントの地点の温度の時間変化を抽出する解析ツールの開発を行った。さらにドローンによって撮影された赤外面像からピクセルごとの温度データを抽出し行列の数値データとして整理するツールの開発を行った。これらの時系列データをもとに地下へ熱伝搬した場合の地下温度変化を計算することができ、最適な熱導管深度の評価に役立てることができる。

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およびマテリアル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スクリーニングによって実態把握し、起源特異的なマーカーとなりうる物質の探索および環境中における挙動を明らかにすることを目的とした。

当センターの担当は、樹脂主成分の1つであるビスフェノールA(BPA)及びプラスチック添加の1つであるハロゲン化体の分析法開発及び河川の実態調査である。廃棄物最終処分場周辺の河川水や下水処理水中等における変性過程や、高BPA濃度に対する塩素化BPAの寄与を明らかにすることを目標とした。実態調査に向けて、今年度は分析環境の整備として分析法開発を行った。

2 方法

測定対象物質は全11種である(BPA、1~4塩素化BPA、1~4臭素化BPA)。これらの物質の定量には、液体クロマトグラフ-質量分析計(LC-MS/MS)を用いることとした。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Inert Sustain C18を用いた。分析時間は21分/検体である。

3 結果

当センターで開発した分析法を用いて標準物質を測定した。各物質の装置定量下限値(IQL)の推算値はBPA 0.12ng/mL、臭素化BPA 0.02~0.13ng/mL、塩素化BPA 0.02~0.06ng/mLであった。これらは類似の既報より10倍程度高感度に測定可能となった。

令和4年度化学物質環境実態調査結果によると、全国におけるBPAの河川濃度は<1.8~95ng/Lと報告されている(検出頻度28/32地点)。当センターのIQLから推算すると、河川水の前処理工程において、50~100倍濃縮する必要があると考えられる。上記調査で使用された分析法は、200倍濃縮する手法が採用されており高負荷のため、この手順を参考に当センターの分析環境に適合する手法を構築する。

ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理と建設リサイクル資材を活用した環境浄化およびインフラ整備技術の開発

科学技術振興機構 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(平成30~令和5年度)

磯部友護、川寄幹生、長森正尚

共同研究機関:埼玉大学(代表:川本健)、(国研)国立環境研究所、ベトナム・ハノイ建設大学

1 研究背景と目的

急速な人口増加と経済成長が進行している開発途上国では、廃棄物の排出量が増加しているにもかかわらず、廃棄物管理やリサイクルに関する法整備や施策が不十分であり、一般環境や生活環境への影響が顕在化している。特に、都市部においては都市開発や工業化の進行により増大している建設廃棄物(以下、建廃)の適正管理やリサイクル推進が重要な課題となっている。そこで本研究では、ベトナムのハノイ市を主な対象とし、建廃の適正管理とリサイクルの持続的発展のための資源循環システムの構築・整備を目的とし、技術開発と社会実装の両観点から、各種の活動を実施していく。

2 活動内容

本研究では、ベトナム国家戦略で掲げている2025年までに建廃リサイクル率60%以上の数値目標達成を支援するために、以下の活動を実施しており、環境科学国際センターでは主に活動1を担当している。

活動1:建廃の排出・管理実態を把握するとともに、建廃の各種取り扱いガイドラインを整備する

活動2:建廃から製造されるリサイクル資材の品質管理基準を整備する

活動3:環境浄化・インフラ整備分野における建廃リサイクル資材を活用した技術開発を進める

活動4:建廃リサイクル推進のためのビジネスモデルを提案し、現地事業での試験的導入と有効性の検証を行う

3 これまでの結果

活動1において、ガイドライン策定委員会を開催し、解体現場における建設廃棄物分別ガイドラインを作成した。その結果、建設省の承認を取得し、建設省決定(Decision No.862 QD-BTX, 2022)として発行することができた。さらに、ガイドライン普及促進活動として、プロモーションビデオの作成やワークショップ等での紹介を行った。

また、ベトナム北部の経済都市であるクアンニン省において、建設廃棄物リサイクル推進委員会を設置・参画し、ガイドラインの社会実装と建設廃棄物リサイクルビジネスの推進を進めている。