

7.2 外部資金による研究の概要

社会と消費行動の変化がわが国の脱炭素社会の実現に及ぼす影響

(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費
(令和2～4年度)

本城慶多

共同研究機関:(国研)国立環境研究所(代表:金森有子)、
日本電信電話(株)、みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)、
京都大学

1 背景と目的

工業化以降の世界平均気温の上昇を2℃未満に抑えるには、今世紀後半までに世界全体でカーボンニュートラルを達成する必要がある。日本政府が2020年に「2050年カーボンニュートラル」を宣言して以来、自治体は気候変動緩和策の取組を強化してきた。一方で、少子高齢化による労働力不足、労働生産性の伸び悩み、人口の都市一極集中など、自治体は複数の社会課題を抱えており、気候変動とあわせて対処が必要である。本課題では、国と地域(特に埼玉県)のエネルギー起源二酸化炭素(CO₂)排出量について将来見通しを作成し、脱炭素社会の実現と社会課題の解決を同時に達成するような未来像を提示する。

2 今年度の取組

2022年度は、昨年度までに開発した都道府県マクロ計量モデルと部門別エネルギー需要モデルを活用し、埼玉県のエネルギー起源CO₂排出量について将来見通しを作成した。まず、人口、経済、気候、エネルギー政策に関する長期シナリオをモデルに入力し、現状趨勢(BAU)ケースにおける県内CO₂排出量の経年変動を2050年度まで予測した。その後、予測結果に基づいて本県が自力で削減すべきCO₂排出量を算出し、施策の方向性を検討した。

3 研究成果

県内CO₂排出量の予測結果は、2050年カーボンニュートラルの達成がハードルの高い目標であることを示唆している。電源の脱炭素化が2050年度までに完了する楽観的な仮定を置いた場合でも、2040年代のCO₂排出削減率(2013年度基準)は50%台半ばに留まり、本県が自力で削減すべきCO₂排出量はおよそ1,800万トンとなる見通しである。部門別の内訳を見ると、運輸部門のCO₂排出量が最も多く、2040年代には全体の約4割を占める。運輸部門のCO₂排出はガソリン・ディーゼル車の利用に由来しており、電源の脱炭素化が進んでも排出量は減少しない。一方、産業・業務その他・家庭部門のCO₂排出量は、電源の脱炭素化によって一定程度の削減が見込まれる。本県では、脱炭素電源の確保とあわせて電気自動車の普及と急速充電器の整備に取り組み、運輸部門の排出削減を加速させる必要がある。

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、探査頻度の高密度化による精度向上を図った。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、対話プラットフォーム構築のため、令和4年3月、7月、令和5年1月に県内最終処分場設置団体連携会議に参加し、埼玉県内の市町村や事務組合の処分場担当者への廃止期間の予測ツールのデモンストレーションを実施するとともに意見交換を行った。

今後は比抵抗モニタリングの継続と処分場データの蓄積を図っていく予定である。

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。

本研究では、汚泥濃縮車を活用した場合の汚泥の収集・運搬、し尿処理場における運転データの調査を行い、それぞれのエネルギー消費に関する情報収集を行った。その結果に基づき、汚泥濃縮車を活用した場合の浄化槽汚泥の収集・運搬に関する環境負荷の試算を行った。

2 方法と結果

他のサブテーマと連携し、汚泥濃縮車の運行パターン、作業時間を集計した。また、搬出汚泥量や燃料消費量に関するデータも収集した。別途、汚泥濃縮車の汚泥の受け入れを一部行っているし尿処理場のヒアリングを行い、運転のためのエネルギー消費量や処理水水質に関するデータを入手した。これらのデータをLCAソフトに入力し、汚泥の収集・運搬ステージ、汚泥処理ステージの環境負荷を試算した。汚泥濃縮車の搬出汚泥あたりの燃料消費量から、収集・運搬ステージの環境負荷を統合化して評価した。このステージにおいては気候変動や資源消費の環境負荷が突出して高かった。収集・運搬ステージの環境負荷は無視できず、今後の人口減少などでさらに増加する可能性があることが懸念された。

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、日本工業大学、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、埼玉県及び県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 方法

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。

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。

埼玉県気候変動適応センターのwebサイト上で暑さ指数の情報を提供したところ、複数社の新聞社で記事化頂き、また多くの県民がサイトにアクセスいただくことで、熱中症対策の参考にもらった。しかし、一部には、県民自身が住んでいる近くにIoT暑さ指数計の設置地点が無いことなどの不満があった。

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3～5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

2021年12月～2022年1月に、国道16号指扇交差点および国道17号戸田美女木交差点近傍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、1/2に分割し、1片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。残りはテスラメーター(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、いわゆる道路の巻き上げ粒子やブレーキダストが主成分と考えられた。一方、磁性フラクション比では $\text{PM}_{(2.5-1)}$ が最も高く、0.093であった。また、 $\text{PM}_{(10-2.5)}$ よりも $\text{PM}_{(1-0.5)}$ や $\text{PM}_{0.5}$ の方が比率は高く、燃料の高温燃焼に伴う磁性粒子の生成が多いことを示していた。

磁性フラクション中の無機元素成分は、軽元素を除けば、 $\text{PM}_{(10-2.5)}$ ではFeが最も比率が高く、次いでZn、Cr、Ti、Baの順であった。主成分は磁鉄鉱と考えられた。これに対して $\text{PM}_{(1-0.5)}$ ではZnが最も高く、次いでAl、Fe、Crがほぼ同じ比率で含まれていた。ブレーキ(ローター、パッド)摩耗や亜鉛めっき(足回り、エンジンルーム内などに使用)由来の可能性が考えられた。

AIと人間のゲームプレイを統合するエネルギー政策評価法の提案

(独)日本学術振興会科学研究費(令和4～6年度)

本城慶多

共同研究機関:筑波大学(代表:鈴木研悟)、北海道大学

1 背景と目的

カーボンニュートラルを達成するには、化石燃料への依存から脱却し、国内のエネルギー需要を再生可能エネルギー(再エネ)で賄っていく必要がある。化石燃料から再エネへの転換を後押しするため、各国は炭素税や排出量取引などのカーボンプライシング政策を導入しており、日本でもGXリーグ賛同企業を対象とする炭素賦課金と排出量取引の導入が検討されている。本課題では、AI、ゲーミング、ゲーム理論、社会心理学を専門とする研究者が連携し、カーボンプライシング政策が経済主体のエネルギー選択に与える影響を多角的に分析する。

2 今年度の取組

2022年度は、炭素税が導入された市場における経済主体(プレイヤー)のエネルギー選択を2人非協力ゲームで記述し、炭素税の効果を理論的に分析した。本研究の特徴は、プレイヤーの社会的選好を考慮している点である。化石燃料の消費、すなわち、二酸化炭素の排出は自身と他者の利得を減少させる行為である。各プレイヤーが再エネを選択して排出削減を行うかどうかは、他者の利得に対する選好に依存する。本研究では、自身の利得を最大化する個人主義的プレイヤー、自他の利得の差を最大化する競争的プレイヤー、自他の利得の和を最大化する向社会的プレイヤーの3タイプを仮定した。

3 研究成果

前述のエネルギー選択ゲームにおいて2人のプレイヤーが同時に再エネを選択するようなナッシュ均衡の成立条件を求めた。その結果、再エネが各プレイヤーの最適戦略となるために必要な炭素税率の下限について $T = \Delta P - b \times G$ という式が得られた。ただし、 ΔP は再エネと化石燃料の価格差、 G は化石燃料の消費がもたらす環境損失(環境損失関数の傾き)である。 b はプレイヤーの社会的選好に依存する係数であり、個人主義的プレイヤーは1、競争的プレイヤーは0、向社会的プレイヤーは2という値をとる。この結果は、プレイヤーの社会的選好によって必要な炭素税率が異なることを意味する。競争的プレイヤーはエネルギー選択に際して自他の環境損失を考慮しない性質をもつ。そのため、競争的な市場を再エネへ誘導するには、非競争的な市場と比べて高い炭素税率を設定しなければならない。

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発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

2022年5月～2023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。さらに、比較対照として富士山頂(上空)の雲水の採取を行い、同様の計測・分析を行なった。

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。これが雲・降水の過程を反映した結果であり得るのか検証していく必要がある。数量としては、既往研究での降水中氷晶核数濃度範囲と同程度であった。上空のデータとして、富士山頂での雲水中氷晶核数濃度と比較したところ、センターでの降水中濃度は高い傾向であった。雲水の採取は難しく、方法論の検討が必要ではあるものの、この違いの原因は今後検証する必要がある。

2023年2月中旬から、センター屋上にレーザー降水降雪計(ディストロメーター)を設置した。これにより、雨滴の数密度や粒径分布、落下速度分布、降水量などの情報も得られる。今後も氷晶核の観測を継続しつつ、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。

オゾンの農作物影響評価モデルの構築と広域的リスク評価

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2～4年度)

米倉哲志(代表)、王効挙

共同研究機関:長崎大学

1 研究背景と目的

ガス状大気汚染物質のオゾンは、光化学オキシダントの主成分である。オゾンは、植物毒性が非常に高く、様々な悪影響を及ぼす。そのため、オゾンの植物影響に関するリスク評価が求められている。

本研究では、近郊野菜を対象にして、オゾン曝露試験を埼玉(CESS)と長崎(長崎大)で実施し、農作物に及ぼすオゾンリスク評価モデルを構築し、オゾンの影響閾値(クリティカルレベル)などを検討する。併せて、確立したモデルと地理情報システムを用いて、オゾンが農作物に及ぼす悪影響についてのリスク評価等について、主に関東地方をモデルとして広域的に評価する事を目的とする。

2 研究方法と結果

埼玉(CESS)と長崎(長崎大)において、オゾン濃度条件の変化可能な3連のオゾン曝露オープントップチャンバー(大OTC)と小型オープントップチャンバー(小OTC)を用いて、主にコマツナやハツカダイコンを対象に、成長に対するオゾン影響を調べた。

オゾン曝露実験は、CESSでは大OTCで浄化空気区、外気オゾン区、外気オゾン濃度の1.5倍になるように添加した1.5オゾン区のオゾン3段階で約1か月間育成した。令和2～4年の5～10月上旬において2作物をそれぞれ12回実施した。長崎大では同期間の春と秋に小OTCを用いて浄化空気区、外気オゾン区の2処理区で、計6回実施した。

CESSで実施したオゾン曝露試験では、オゾンによる有意な低下は、コマツナでは12時期中6回の時期において認められ、ハツカダイコンの成長では5回の時期に認められた。一方、長崎大のオゾン曝露試験では、両作物において、実施した6回全ての試験において浄化空気区、外気オゾン区の間にはオゾン曝露による成長低下傾向は認められたものの有意な影響ではなかった。この結果を基に、オゾンリスク評価モデルにもちいるオゾン指標(日平均オゾン濃度や様々なオゾンドース(AOT40、SUM06、W126など))検討した結果、オゾン指標としては24時間値のAOT20やAOT30などが比較的適していると考えられた。更に気温をモデルの因子に組み込んだモデル式も検討したが気温要因は編回帰係数の有意性が認められなかった。コマツナを対象に欧州で用いられているオゾンのクリティカルレベル(収量が-5%時におけるAOT40値)を検討した結果、1か月の昼間12時間のAOT40値で、約1.7ppm・hであった。

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

本研究では、人口減少や気候変動に伴う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

昨年度に続き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、奥山地域において自動撮影カメラを設置し、ニホンジカやイノシシを中心とした中大型獣の調査を行った。年度内に回収した全てのデータについては、撮影動画を確認して獣種や撮影時間などを記録・集計した。その結果、ニホンジカ(*Cervus nippon*)に関しては秩父市において計1764件、南会津町において計1139件の動画データを取得し、先行研究のプロトコルに従って行動分析を行った。

気候変動影響に関しては、バイオリギング調査用の各種機材を準備し、捕獲予定地において自動撮影カメラを用いてタヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)の出没状況と行動について事前調査を行った。

3 来年度の予定

人為攪乱強度や景観構造が異なる新たな調査地域(関東地方または中部地方)において、自動撮影カメラを用いた野外調査と、糞中の各種ホルモン物質の解析のための糞サンプルの採集を計画している。

野生動物の気候変動応答に関する研究については、繁殖期等の状況を考慮して適切な捕獲時期を検討したうえで、動物の捕獲とバイオリギングによる追跡調査を順次開始する予定である。

田植え時期の違いが水田の生物群集及び生物多様性に及ぼす影響の解明

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2～4年度)

安野翔(代表)

1 研究背景と目的

水田は、元来自然湿地に生息していた生物の代替生息地として機能していると考えられる。水田への入水・田植え時期は地域や水稻品種によって異なるが、田植え時期に応じて田面水中の水生動物群集やサギ類等の水鳥による水田の利用状況も異なると考えられる。そのため、地域内での田植え時期が様々であれば、地域レベルでの生物多様性が向上すると予想される。本研究では、水生動物の群集構造やサギ類による水田の採餌場としての利用が、田植え時期によってどのように異なるかを明らかにする。

2 方法と結果

2.1 田植え時期間での水生動物群集の比較

加須市内の田植え時期や輪作の有無といった条件の異なる水田(早植え栽培、普通期栽培、米麦二毛作)において、たも網で水生動物を採集し、種ごとに個体数を集計した。水田ごとに、田植え日から起算して2週後、4週後、中干し直前(5～6週後)の計3回ずつ調査を行った。耕作条件の異なる水田間で水生動物群集の構造を比較したところ、統計的に有意な差が認められた。耕作条件ごとの指標種をIndval法により抽出したところ、早植え栽培では、トウキョウダルマガエルとニホンアマガエルの幼生、ドジョウ、アカネ属幼虫等が、普通期栽培ではヒメタニシが指標種として選ばれた。一方、二毛作水田では、ユスリカ幼虫と肉食性の水生昆虫が数多く確認され、指標種としても選ばれた。田植え時期や輪作の有無といった耕作条件に応じて、水生動物群集が異なることが明らかになった。

2.2 サギ類による採餌場としての水田利用の調査

田植え時期の異なる水田3か所に自動撮影カメラを設置し、タイムラプス撮影(撮影間隔:1分)を行った。その結果、田植え時期に関わらず、サギ類が水田内を利用していたのは田植えから起算して44～50日後までであった。イネがある一定の高さまで伸長するとサギ類の採食効率が低下し、水田内での採餌が困難になったと考えられる。また、行田市から杉戸町にかけて、自動車走行によるセンサス調査を5～8月にかけて毎月行った。5～6月にかけては田植え時期の早い加須市大利根地区や杉戸町の水田地帯にサギ類が集中していたが、7月にはこれらの地域でのサギ類は減少し、6月植えの水田が多い鴻巣市や行田市の水田に分布が集中する傾向が認められた。

廃棄物処分場内部の複雑系数理構造解明に向けた連成シミュレーション手法の構築

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2~4年度)

鈴木和将(代表)

1 研究背景と目的

種々雑多な廃棄物が、最終的な行き場として最終処分場に埋め立てられる。それら廃棄物から放出された汚染物質は、水や空気といった流体に伴って環境中を移動していくが、廃棄物の多様性ゆえに、様々な物理・化学プロセスが相互に影響しあっている。汚染物質の環境への影響を制御するためには、そのような現象の定式化を行い、数学的バックボーンを与える必要がある。しかしながら、廃棄物分野において、現象間の相互作用が十分に解明されているとは言い難い。

そこで、本研究では、最終処分場内部で起こる連成問題のうち主要なものを取りあげ、個別の現象の解析とその相互作用の解析の精度・効率の追求を目指し、マルチスケールという複雑な問題を解決する連成解析に適切な数値シミュレーション手法を構築することを目的とした。連成解析の際に動的に変化する間隙に対しては、パーシステントホモロジー等のトポロジー解析により、幾何学的形状の定量化を行う。次いで、開発した連成シミュレーションによる最終処分場内部のダイナミクス評価を通して、既存数理モデルの不十分さを明らかにする。さらに、そこから得られた結果をトポロジーの視点から統一的に整理・解析し、最終的には、間隙構造に由来する微細な流れの影響を組み込んだ新しい数理モデリングと内部系の数理的理解を目指す。

2 方法と結果

実際の埋立処分場内部の間隙では、廃棄物に由来する粒子と流体の混相流であり、粒子の沈降や堆積等により、間隙のトポロジー変化を起こし、それにもなつて流体挙動も変化していくものと推定される。そこで、本研究では、間隙内粒子-流体連成現象を解明することを目的とし、粒子-流体連成コードを開発し、シミュレーションを行うことにより、廃棄物粒子と流体挙動の相互作用について検討を行った。

対象試料には、廃棄物最終処分場においてボーリングにより採取した廃棄物試料を用いた。数値シミュレーションにおいて、流体運動を支配する方程式には、非圧縮性のNavier-Stokes方程式および連続の式を用いた。また、流体中での粒子の運動方程式は、粒子の並進運動を考慮し、Newtonの運動方程式を用いた。

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

分析法検討: 生物蓄積性の多角的な評価に必要である水質及び生物中シロキサン類の分析法を検討した。水質分析では、揮発成分の損失を抑制するため、ろ過と固相抽出を同時に行うことにより、懸濁態及び溶存態別の評価する方法を検討した。魚類分析では、固相カートリッジ(HybridSPE-Phospholipid, Supelco社製)を用いることで、簡便・迅速にマトリックス(脂質)を除去するクリーンアップ法を検討した。

モニタリング調査: 調査地域として、元荒川(元荒川水循環センター下流)と東京湾内湾を選定した。元荒川では、2022年11月~12月に調査を実施し、投網、たも網を用いて魚類、貝類等を含む17種の生物を採捕した。東京湾では、2023年2月に底曳網により、魚類、甲殻類、貝類等を含む18種の生物を採捕した。現在、炭素・窒素安定同位体比を用いて、各生物種の栄養ポジションの推定を進めている。今後、これら生物試料と周辺環境(水質、底質)についてシロキサン類の濃度を測定し、その濃縮傾向を解析する。

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、生物学的パラメーター(代謝速度、摂餌速度、成長等)、主なシロキサン類の動力学パラメーターを推定するための情報を文献調査した。また、G-CIEMSに関連して、モデル計算の諸設定、排出源単位、汽水域での脱吸着や粒子沈降をモデルで再現するための基本的な検討を行った。

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: 京都大学

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

初年度である令和4年度は、まず、河川水の蛍光分析を河川38地点で月1回実施し、トリプトファン様ピークの蛍光強度データを取得し、地域や月間変動特性を把握した。トリプトファン蛍光強度の平均値は 0.28 ± 0.33 RUであった。下水処理場の直下で水が滞留しやすい地点で最大値 0.44 RU(平均値)を確認した。蛍光強度は基本的にBOD濃度と関連していたが、異常に強度の高い月も確認された。なお、トリプトファン様ピークに寄与するのが遊離のトリプトファンのみと仮定すると、平均で 0.09 mol/Lのトリプトファンが存在すると推算された。

次に、河川水中の低濃度タンパク質を測定する手法を検討した。Lowly法などの適用は感度や妨害成分により困難であり、河川水を濃縮し分解後アミノ酸を分析し、その濃度の合算によりタンパク質量を評価することとした。凍結乾燥により濃縮、 6 NHClで加熱分解、窒素パーズで溶媒を置換し、LC-MS/MSで分析することとした。酸分解条件や最終溶媒を最適化し、水にスパイクした試料では回収率 $92 \pm 26\%$ (必須アミノ酸のうち17種対象)が確認された。一方、実河川水にスパイクした場合は、十分な回数率を得られなかった。検討の結果、酸分解の過程でアミノ酸が消失することが分かった。回収率は河川水を濃縮しない場合は $69 \pm 36\%$ と改善するため、共存成分の悪影響と判断された。次年度は膜濃縮でタンパク質を選択的に濃縮して定量を実施する予定である。

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、鉄電解リン除去装置を組み込んだ浄化槽へのMFC適用の可能性を把握することを目的として、浄化槽汚泥に対してMFCを適用し、その発電性能や、水質や汚泥性状に与える影響を評価した。

2 方法と結果

浄化槽を模した無酸素槽、好気槽からなる排水処理リアクターを作製し、人工下水を連続通水した。鉄電解法でFeを添加することとし、好気槽の上部に鉄電解装置を挿入し、流入リン量に対してモル比1となるように定電流装置にて通電した。本装置の無酸素槽から蓄積した汚泥を採取し、MFCの実験に供した。

直上水のMFC系の PO_4 -P濃度は、実験開始90日目までは対照系の7割程度に留まっており、汚泥に含まれる PO_4 -Pの溶出が抑制された可能性が示唆された。一方で90日目以降はMFC系で増加傾向が見られた。

実験終了後の装置内汚泥に対して行った放射光分析のXAFSスペクトルを分析した。MFC系、対照系共に 7120 eV付近に吸収端が確認されたが、MFC系では対照系に比べやや高エネルギー側にシフトしていた。一般的に吸収端が高エネルギー側にシフトしている物ほど酸化的であるとされることから、MFC系では汚泥内のFeがより酸化的な形態へと変化している可能性が示唆された。実際に標準物質との比較では、MFC系は、 $FeOOH$ に似たスペクトル形状であった。

生物学的電気化学技術を利用した汚染底質の改善メカニズムの解明とその応用技術の創成

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2~4年度)

見島伊織

共同研究機関:群馬大学(代表:窪田恵一)、(国研)国立環境研究所、金沢大学

1 研究背景と目的

閉鎖性の高い水域では、底質汚染が進行しやすく、汚染底質からの栄養塩等の再溶出が生じ、さらなる環境汚染を招く可能性がある。堆積物微生物燃料電池(SMFC)は、底質中の発電微生物による発電と共に有機物の分解が可能であり、新たな底質改善技術として期待されている。SMFCを汚染が進む底質へと適用することによって、浄化に伴う発電のみならず、窒素やリンの底質からの再溶出、硫化水素生成抑制等の効果も得られることが知られているが、そのメカニズムや効果的な利用方法は確立されていない。また、社会実装を想定した場合に、装置のスケールアップや異なる汚染状況への適用を試みることも重要な視点となる。

本年度は、埼玉県内の2か所の湖沼より採取した底質に対してSMFCを長期間適用し、間隙水の水質分析により底質内部の変化を把握した。また、試験終了後の底質について放射光分析による鉄組成変化も調査し、SMFCが底質内の無機塩類に及ぼす影響を調査した。

2 方法と結果

埼玉県内の2か所の湖沼より底質(底質T、底質M)を採取し、それぞれSMFCを構築した。装置は、アクリル製の容器を用いた。アノードからの距離が異なる場所から間隙水を採水可能とした。同形状で電気回路接続を行わない対照系も同時に運転した。評価はSMFCの発電性能、間隙水の水質について行なった。また、試験終了後の底質について、放射光分析施設において鉄のK吸収端について放射光分析を行ない、底質内の鉄の形態を調査した。

SMFCの電位差は、底質の種類によって異なり、底質Tでは運転開始から37日目に最大の電位差180mVを、底質Mでは運転開始から79日目に220mVを発揮した。その後電位差は緩やかに減少していき、350日目以降に50mV程度で定常状態となった。

どちらの底質、電極からの距離によらず、間隙水中の $PO_4\text{-P}$ 濃度は対照系で高く、SMFC系ではほぼ検出限界以下であった。また、直上水中の $PO_4\text{-P}$ 濃度も低く、直上水中への再溶出は生じておらず長期運転時でも間隙水中の $PO_4\text{-P}$ 濃度の低減が維持されていた。放射光分析では、SMFC系で対照系に比べ、より酸化的形態へと鉄が変化していた可能性が示唆され、特に底質Tで顕著であった。また、底質Tは底質Mに比べ、鉄濃度が高く、SMFCによる影響を受けやすかったと考えられた。

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(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

県内の綾瀬川の堀切橋で採水した試料について、抗生物質の濃度(1ng/L、100ng/L、10 μ g/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 μ mのナイロンメッシュフィルター、孔径3.0 μ m及び0.2 μ mのポリカーボネートアインポアフィルターで順にろ過し、付着性細菌(41 μ m~3.0 μ m)及び浮遊性細菌(3.0 μ m~0.2 μ m)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で(サーモフィッシュヤーサイエンティフィック製)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。

細菌叢解析の結果、浮遊性バクテリアは付着性バクテリアに比較して、より低濃度の抗生物質で影響を受けることが明らかとなった。また、OUT数およびShannon Indexは、浮遊性バクテリアよりも付着性バクテリアの方がOUT数は多く、また多様性も高いことを示していた。浮遊性バクテリアおよび付着性バクテリアともに、Pseudomonadota門のリード数の割合が50%以上を占めていた。抗生物質の濃度が低濃度の場合は、付着性バクテリアよりも浮遊性バクテリアの方がActinomycetota門のリード数の割合が多くなっており、Nirospirota門では逆の傾向を示した。

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。

2 方法と結果

県淡水圏(河川および故障)から分離した浮遊細菌の*Polynucleobacter* sp. (PnecA、PnecB、PnecC、PnecD)、*Rhodoluna* sp. (Luna1-A2)、*Aquiluna* sp. (Luna1-A1)、*Sediminibacterium* sp.、*Limnohabitans* sp. (Lhab-A3)、*Aurantimicrobium* sp. (Luna2) および*Flavobacterium* sp. に属する21菌株について、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、DFASTを使用して行った。

得られたゲノムのサイズは、1.34~3.06Mbpであり、細菌のゲノムの中では比較的サイズが小さく、*Rhodoluna* sp. (Luna1-A2)の1.34Mbpが最小で、*Sediminibacterium* sp.の3.06Mbpが最大であった。得られたゲノムのGC含量は、38.5~56.4%であり、*Sediminibacterium* sp.の38.5%が最小で、*Limnohabitans* sp. (Lhab-A3)の56.4%が最大であった。アンモニア化に関連する遺伝子としては、アラニンデヒドロゲナーゼ、グリシンデヒドロゲナーゼ、グルタミン酸デヒドロゲナーゼおよびNADP依存型のグルタミン酸デヒドロゲナーゼをコードする遺伝子に類似の配列がゲノム上に見られた。

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ふっ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ヶ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

長期汚染リスクに関連する土壤微生物(硫黄酸化細菌と鉄酸化細菌)の活性はpHに大きく依存し、塩基性条件下で活性度が低下することが知られている。そこで、アルカリ性材料として酸化マグネシウム(MgO)、ホタテ貝の貝殻片(CaCO₃)、ホタテ貝の焼成材(CaO)について冬季汚染リスクの抑制効果を検討した。

風化試験の結果、3種類のアルカリ性材料すべてで長期汚染リスク抑制効果が得られることが明らかとなった。特に、酸化マグネシウムやホタテ貝の焼成材はアルカリ度が高いため、ホタテ貝の貝殻片よりも抑制効果が強い傾向を示した。砒素やふっ素の不溶化効果について調べたところ、ホタテ貝の貝殻片はほとんど効果を示さなかった。一方、酸化マグネシウムやホタテ貝の焼成材は砒素やふっ素に対する不溶化効果を示すことが分かった。また、これらの効果は、県南部の荒川低地、東部の中川低地、大宮台地南部の谷底低地に分布する海成堆積物すべてで得られることが判明した。

4 最終年度の計画

最終年度では、ホタテ貝の焼成材について、焼成条件等を最適化し、不溶化効果の更なる向上を目指す。また、3種類のアルカリ性材料について、その特徴について整理する。

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

本年度は高解像度の赤外面像を得るためにドローンを活用した調査を行った。対象地域は埼玉県環境科学国際センターの生態園である。その結果、土地利用と地表温度は関連があることが分かった。本研究で活用しているドローンでは、数値データを解析時にそのまま利用できない仕様であることから、プログラム言語Pythonを活用した解析プログラムを新たに作成し、グレースケールと温度情報が対応するような画像を新たに作成し、解析することができる。このような地表面における温度影響を考慮して地下温度評価につなげる。

都市域地下熱環境の持続性評価に向けた地下温暖化の実態解明と定量評価

(独)日本学術振興会科学研究費(令和元~4年度)

濱元栄起

共同研究機関:(国研)産業技術総合研究所(代表:宮越昭暢)、総合地球環境学研究所

1 研究背景と目的

地下熱環境は、地下深部からの熱流量に支配されているだけでなく、地球温暖化や都市化の影響により変化している。地上で生じた環境変化の影響が地表面を通して、ゆるやかではあるが確実に地下に伝播し地下熱環境変化を引き起こしている。一般に、地下温度に気温や日射の影響より日変化や年変化が認められるのは深くとも地下20m程度である。恒温層以深の温度は通年して安定しているが、地球温暖化や都市化の影響は地下浅部に留まらず恒温層以深にも影響を及ぼすため、大深度かつ広域に地下熱環境の長期変化を引き起こされる。例えば、従来から地球温暖化に伴う地表面温度上昇が地下温度の上昇を引き起こしていることが知られている。

本研究の目的は、我が国の12対象都市域における地下温暖化の実態を解明し、都市化に伴う地下蓄熱量を推定することである。着目するのは、これら都市域に設置されている地盤沈下・地下水位観測井と、これら観測井における地下温度データの数年以上の長期間隔繰返し測定的重要性である。

2 方法

我が国では地下温暖化の実態を解明するための観測井が複数設置されており、過去データの存在が確認される札幌市、石狩市、秋田市、仙台市、新潟市、長岡市、千葉市、市原市、川崎市、横浜市、さいたま市、名古屋市、大阪市、佐賀市、熊本市を研究対象地域に選定する。

まず対象都市域における過去データを収集・整理する。さらに観測井における地質情報および地下水位情報を収集し、地下蓄熱量推定に備える。これら情報はGISを活用して整理・統合する。現地調査による地下温度プロファイルを測定する。次に蓄熱量推定とメカニズムを検証し実測データに基づいて対象都市域の地下熱環境を時系列で復元する。数年間隔の時系列で地下熱環境を復元し、地下温度上昇率と深度分布、上昇率の経年変化を明らかにする。また、地下水位や地質情報と併せて地下蓄熱量の推定を行い、これら結果を都市域間で比較検討し、我が国における地下温暖化の特徴と地下熱環境変動メカニズムを検討する。

3 結果

これまで埼玉県を含む関東平野全域及び北陸地域で地下温度測定を行い、地域ごとにその程度は異なるが広い範囲で地下温暖化と思われる地下温度上昇を明らかにした。

極小微動アレイ探査を応用した高密度地下水位モニタリングによる地下水・湧水評価

(独)日本学術振興会科学研究費(令和元～4年度)

濱元栄起

共同研究機関:神奈川県温泉地学研究所(代表:宮下雄次)、(国研)防災科学技術研究所

1 背景と目的

水循環基本法では、基本理念の一つとして「流域の統合的管理」が明示されている。地下水資源を管理する上で地下水位のモニタリングが重要であるのは言うまでもないが、水資源を統合的に管理するためには、河川から地下への浸透や、地下水や湧水による河川の涵養などの河川水と地下水の交流を、高密度な地下水位モニタリングにより把握する必要がある。しかし、従来の地下水位の調査は、既存井戸や観測井孔内の水位を直接測定するため、井戸のない場所では地下水位を測定することができない。観測井を高密度に設置することは限界があるため、地形の起伏や調査目的に適した井戸が設定できない場合、適切な地下水位は得ることが出来ない。そこで本研究では、地盤のS波速度を測定する「極小微動アレイ探査」を新たに応用し、井戸を用いることなく土壤中の飽和/不飽和境界面となる地下水位を検出する方法を開発し、従来不可能であった高密度な地下水位モニタリングを行い、地下水や湧水の評価を行う。

2 方法

本研究の主な調査地域は関東甲信越(埼玉県を含む)及び東北南部とし、まず各調査地域における既存地下水位・地温情報・微動探査データの収集を行う。次に各調査対象地域において土壌水分・地下水位が異なる2時期に同一地点における微動探査を実施する。得られたS波速度構造から帯水層を把握し、2時期におけるS波速度の差と温度補正から、地下水面を検出する。地下水面のほかにS波速度を変化させる要因となる地温の鉛直構造を把握するため、地温の鉛直構造の測定と温度ロガーによるモニタリングを行う。以上の調査・解析結果を基に、各調査地域における地下水面の広域的な形状や、湧水付近の局所的な地下水面形状を明らかにし、地下水資源の評価を行う。

3 結果

本課題は、終了年度を1年延長し本年度までとした。これまで埼玉県、神奈川県、岩手県などの多地域で微動探査調査を行ってきた。これまでの結果、微動探査による速度構造と地下水位との関係についてはなんらかの関連がみられそうであることが分かった。ただし調査条件や解析パラメータの与え方によって大きなずれが生じることから、詳細な検討が今後必要であると考えている。

ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理と建廃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

新型コロナウイルス感染拡大により、日越の研究メンバーの渡航及び各種の活動が制限されたことから本プロジェクトは1年間の延長がなされた。活動1において、解体現場における建設廃棄物分別ガイドラインの承認に向けたオンラインでの打合せを進めた結果、建設省の承認を取得することができた。今後、Decisionとして正式に発令される予定である。

今後は、ハノイ市などでワークショップ等を開催し、ガイドラインの周知を進めていく予定である。

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 2022年度「魚族資源の資源動態や生息環境に関連する助成研究」(令和4年度)

木持謙(代表)、田中仁志、渡邊圭司

共同研究機関: 中外テクノス(株)

1 研究背景と目的

釣り文化の普及・発展に大きく貢献しているオイカワ等を中心に埼玉県内河川の魚類相の現状を把握するとともに、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。

2 方法

研究対象は、主に河川の中～下流域に分布するフナ類、オイカワ、モツゴ等の計6魚種とした。調査対象地点は、これらの魚類が優占種と想定される埼玉県東部から北部の河川における水質等常時監視地点から12か所を設定した。魚類生息への制限因子は、化学的因子: DO・BOD・NH₄-N・LAS、物理学的因子: 河床状況、生物学的因子: 捕食者の存在を想定した。次に、2022年8月に、各地点で魚類環境DNA網羅的解析を行い、DNA検出魚種データに基づく当該地点の魚類相の把握とともに、魚類DNAの総リード数と各魚種のリード数を基に、当該地点における優占魚種を推測した。さらに、2018～2020年の8月の各地点における水質データとDNA検出魚種や優占魚種の関係等を解析した。

3 結果

魚類環境DNA網羅的解析の結果、既往の採捕調査と同様の傾向が見られた。各地点における、魚類DNA総リード数に対する研究対象魚種のリード数の割合を評価したところ、河川によりリード数割合の高い魚種が異なる傾向が観察され、中川ではタナゴ類、元荒川・大落古利根川・元小山川ではフナ類・タモロコ、小山川・唐沢川ではオイカワがそれぞれ優占種の可能性が考えられた。化学的因子については、全地点が全ての対象魚種が生息可能な環境条件が十分に達成されており、生息の制限因子になっていないと考えられた。物理学的因子としての河床の状況は、県北部の小山川や唐沢川は砂礫主体である一方、中川を始めとする県東部河川は砂泥主体であった。前者の河川は産卵環境として砂礫底を必要とするオイカワ、後者の河川は泥底で比較的緩やかな流れを好むフナ類等と、河床状況により優占種(魚類相)が決定されている可能性が示唆された。生物学的因子としては、コクチバスが5地点で、オオクチバスが3地点でそれぞれDNAが検出されたが、研究対象魚種の生息の制限因子かどうかの判断には更なる検討が必要である。