

7.2 外部資金による研究の概要

廃棄物の焼却処理に伴う化学物質のフローと環境排出量推計に関する研究

環境省環境研究総合推進費(平成27～29年度)

渡辺洋一、堀井勇一

共同研究機関:(国研)国立環境研究所(代表:小口正弘)、(公財)日本産業廃棄物処理振興センター、静岡県立大学、(有)環境資源システム総合研究所

1 研究背景と目的

本研究では、廃棄物処理の中でも特に産業廃棄物(産廃)の焼却処理に着目し、焼却処理に伴う化学物質の物質フローと大気排出量の推計を行うことを目的とする。焼却施設の類型に着目して、廃棄物種に応じた廃棄物および含有化学物質のマテリアルフロー推計、排ガス実測に加え、実験炉による焼却実験や熱力学平衡計算を用いた排出基礎特性解析にも基づく排出係数の多面的な検証と作成を行う。また、焼却施設からの化学物質の大気排出量推計を行うとともに、その推計手法と基礎データを提示する。この内、環境科学国際センターでは、「廃棄物および含有物質のマテリアルフロー推計」および「実施施設からの排出実態調査・解析と排出係数作成」の2つのサブテーマの一部を分担する。

2 研究進捗

廃棄物および含有物質のマテリアルフロー推計: 焼却処理へ投入される産廃の化学物質含有実態を明らかにするため、当センターで保有する産廃焼却残さ試料の含有分析を継続した。燃えながら28試料と集塵灰30試料について蛍光X線分析を行ったところ、PRTR法の指定化学物質で検出率の高かった元素は、F、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、Br、Pbなどであった。検出率や濃度の傾向は昨年度の結果と類似していた。また、焼却処理に伴う金属元素の移行状況の把握のため、施設毎に集塵灰と燃え殻に含まれる各元素濃度の比較を行ったところ、F、Cl、Ni、Zn、Br、Sb、Pbの集塵灰中濃度、Mn、Cuの燃え殻中濃度が高い傾向が認められた。

実施施設からの排出実態調査・解析と排出係数作成: 産廃焼却施設からの排出実態を調査するため、金属及び有機化合物(VOC・アルデヒド類)の目的物質に応じた排ガスのサンプリング・分析法を確立し、計5箇所の産廃焼却施設について調査した。有機化合物の測定には、簡便な方法である固体吸着採取-GC/MS法(溶媒抽出導入法)を用いた。また、実施施設データを充実するため、研究室で保有する過去試料について情報を整理し、産廃焼却施設試料の選出及び施設の類型化を進めた。これら試料の分析は、共同研究機関にて進めている。

新規採取法及び細胞・動物曝露実験によるPM2.5の健康影響決定要因の同定

環境省環境研究総合推進費(平成28～30年度)

長谷川就一

共同研究機関:慶應義塾大学(代表:奥田知明)、京都大学

1 背景と目的

本研究では、サイクロンを用いて実環境大気中の化学性状を保持しながらPM2.5粒子を大量に採取できる新規採取法を開発する。これにより、多地点で採取した化学性状の異なるPM2.5の成分分析と細胞・動物への曝露実験を実施し、その相関を解析することによりPM2.5の健康影響を決定する要因や化学成分を明らかにする。そのため、新規採取法の性能を評価するとともに、加須・横浜・福岡においてPM2.5粒子を同期して採取し、成分分析を行う。

2 結果と考察

新規採取法はサイクロンによりPM2.5を粉体の状態で採取するが、その後段でフィルターにも採取する(バックアップフィルター)。2016年度秋季から冬季に加須で採取された試料について、質量濃度の測定と炭素成分およびイオン成分の分析を行い、並行して標準測定法により採取された試料による測定値と比較した。質量濃度については標準測定法より若干高めとなっており、また、成分ではCa²⁺やMg²⁺、ECが高くなっていた。これは、冬季の乾燥・強風の気象条件下で土壌の巻き上げが顕著な日があり、粗大粒子濃度も高かったことから、粗大粒子が紛れ込んだことによる影響(ECが高かったのは炭酸塩の影響)と考えられる。一方、SO₄²⁻は概ね一致していたが、Cl⁻やNO₃⁻は低めだった。

また、採取されたPM2.5のうち、粉体として採取されたのは5～6割程度であり、粉体とバックアップフィルターの成分組成は異なっていた。粉体では炭素成分およびイオン成分の合計が全体の2割程度と低かった。しかし、Ca²⁺やMg²⁺の割合がバックアップフィルターより高く、上述した粗大粒子の紛れ込みと考えられた。このため、こうした土壌成分を除外して組成を考察すると、粉体では炭素成分(特にOC)の割合が高く、バックアップフィルターではイオン成分(硝酸塩、硫酸塩)の割合が高かった。バックアップフィルターでは、PM2.5の中でも粒径のより小さい粒子が捕集されていると考えられるが、通気による負のアーティファクトの影響も考えられる。今後は、粗大粒子の紛れ込みの防止対策、粉体とバックアップフィルターの組成の違いのさらなる検討などを行う。

埼玉県気候変動による課題を踏まえた、適応策に資する技術開発とその実装

文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム
(SI-CAT) (平成27～31年度)

嶋田知英、原政之、武藤洋介、三輪誠、松本利恵、
脇坂純一

共同研究機関：(国研)海洋研究開発機構(代表：石川洋一)、九州大学、筑波大学

1 研究背景と目的

2016年11月にはじめて国の適応計画が策定され、温暖化適応策が本格的に開始されようとしている。温暖化対策には、温室効果ガスの削減対策である緩和策と、温暖化影響の低減策である適応策があるが、地球規模の大気中の温室効果ガスを対象とする緩和策に比べ、適応策は地域で異なる影響を対象とするため、地域の役割が大きいと考えられている。しかし、地域における適応策の取組は十分とは言えない。そこで、地域における温暖化適応策の社会実装を推進するため、文部科学省では、近未来を対象とした温暖化影響予測プログラム(SI-CAT)を平成27年12月より開始した。当センターは、本プログラムに参加し、海洋研究開発機構や国立環境研究所など技術開発機関と協力し、地域の気候予測や解析技術の開発・適用を進める。また、埼玉県で問題となっている暑熱環境改善のため、広域緑地等の暑熱環境影響評価や、街区スケールで暑熱対策を行う際の評価を行う。

2 方法と結果

適応策に関する行政ニーズの把握と施策実装を進めるため、埼玉県庁内に設置された「適応策専門部会」等を対象に、埼玉県の温暖化影響や、将来予測情報など適応策関連情報の共有を進めるとともに、庁内各課を対象にアンケート調査等を実施し、温暖化影響情報に対するニーズを把握した。ニーズ調査の結果から、特に、降水の変化に伴う水資源や河川へ影響に対する要望が高いことが分かった。

また、暑熱環境対策の定量的な評価を進めるため、昨年度、他の研究機関や大学、モデル自治体等と共同で立ち上げた、暑熱課題WGにより、熊谷スポーツ文化公園を対象に暑熱環境観測を行った。得られた観測データは、海洋研究開発機構が行った数値シミュレーションの検証に用いた。

さらに、気候予測における土地利用変化の不確実性の定量的な評価を行うため暑熱環境シミュレーション結果の解析を進めた。

機動観測を可能とする短時間計測地震波干渉法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27～29年度)

白石英孝(代表)、八戸昭一、石山高、濱元栄起

1 研究背景と目的

本研究は、地震災害への対処や資源探査等で使われる地下探査技術の一つ、地震波干渉法について、その適用範囲を拡大する新理論の導出及び新たな解析法の開発を行うものである。この方法は観測点間を伝わる地震波や地盤の微振動(微動)の速度を測定し地下構造を推定する技術で、主に地震観測網を用いて広域の地下構造の推定に使われる。しかし数ヶ月間もの観測記録が必要なため、任意地点での短時間の調査(機動観測)は困難である。その背景には、観測記録に含まれる未知の震源特性の抑制に長期間の平均化が必要という計測上の制約がある。本研究では、この震源特性を申請者らの独自理論で抽出し、これを地震波干渉法に組み込んだ新理論を導き、機動観測に対応可能な新たな解析法を開発することを目的としている。

2 方法と結果

本研究では、当所の過去の研究で導いた2点アレイの複素コヒーレンス関数(Complex Coherence Function: CCF)を利用する。CCFには媒質の位相速度の他に、微動の震源の数、到来方向、強度比などがパラメータとして含まれる。微動の主要な震源は海洋波浪や遠方の交通機関等であることから、CCFに含まれるパラメータをすべて正確に特定するのは困難と考えられる。ただし、仮に実際の震源と等価な震源モデルを少数のパラメータで表現することができれば、解析は容易になる可能性がある。

今年度は、CCFの観測値から震源特性及び地盤特性に関するパラメータを抽出する手法を導くとともに、この手法を数値実験及び空間自己相関法(SPAC法)によって実フィールドで得られた観測記録に適用した。その結果、数値実験で設定した位相速度及びSPAC法によって推定された位相速度と、本手法によって2点アレイから推定された位相速度が概ね調和する傾向にあることが確認された。これは2点アレイによる観測だけで地下構造を推定できる可能性があることを示唆する。ただし、現段階では適用例が乏しいため、今後は、より広範な数値実験と多くの観測例に本手法を適用し、本手法の妥当性を確認するとともに、誤差の評価法等についても検討していく必要があると考えられる。

反応性窒素の測定法開発と全国の沈着量評価 (独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

松本利恵

共同研究機関:(地独)北海道立総合研究機構環境科学研究センター(代表:野口泉)、富山県環境科学センター、愛知県環境調査センター、新潟県保健環境科学研究所、兵庫県環境研究センター、和歌山県環境衛生研究センター、沖縄県衛生環境研究所

1 研究背景と目的

越境大気汚染などにより、日本では生態系への窒素の過剰負荷の影響が懸念されている。窒素沈着については、湿性沈着はかなりのデータ蓄積があるのに対し、乾性沈着はまだ不十分である。窒素沈着において重要な成分である粒子状のアンモニウム塩(NH₄⁺)とアンモニアガス(NH₃)の濃度測定に広く用いられているフィルターパック法(FP法)では、アーティファクトが発生し、これらが十分に分別されていない可能性が高い。ガスと粒子では沈着しやすさが異なるため、乾性沈着量の評価において誤差を生じている。

そこで大気中のNH₄⁺とNH₃のより精度の高い、広域測定に適した安価で簡便な分別測定方法の開発を行う。また、開発した調査方法により全国調査を実施し、沈着速度推計モデルを用いて全国の反応性窒素成分の沈着量評価を行う。

2 方法

加須においてPM_{2.5}インパクトを使用したFP法と使用しないFP法の並行測定を平成27年8月から実施し、インパクトの使用によりNH₄⁺等の揮散を防ぐ効果があるかを確認した。

3 結果

2016年4月から2017年2月までのインパクトの有無によるNH₄⁺総粒子濃度を比較した(図1)。加須では、今年度は両者に大きな違いはみられなかった。

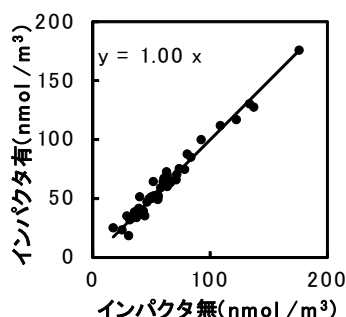


図1 インパクトの有無によるNH₄⁺粒子濃度の比較(加須)

中国における石炭燃焼由来のPM_{2.5}の磁気的特性と毒性評価

(独)日本学術振興会二国間交流事業(平成27~29年度)

米持真一(代表)、梅沢夏実、王効挙

共同研究機関:中国・上海大学

1 研究背景と目的

中国では約3億人が調理や暖房に石炭を使用している。石炭中には多くの有害な化学物質が含まれているが、多くは排ガス対策がなされないまま大気放出されている。

本研究では、肺癌発症率の高い雲南省の農村地帯をフィールドとし、そこで発生する粉じんに着目する。磁気分離により粒子を分別するとともに、物理化学特性と生物活性を調べることで、肺癌発症メカニズムを明らかにしようとするものである。

2 方法

雲南省宣威市および富源市の農村地域を対象とし、家屋内に堆積している粉じんおよび富源市では屋外のPM_{2.5}を採取した。いずれも調理や暖房などに石炭を使用している家屋である。

磁気分離は、粉じん試料を磁束密度1.2Teslaのネオジウム磁石を用いて行った。また、金属元素成分は、マイクロウェーブを用いて高温高圧下で酸分解を行い、ICP/MSで分析を行った。更に、主として上海大学にて、ジチオトレイトール(DTT)を用いた酸化還元活性の評価と細胞毒性評価を行った。

3 結果

昨年度は、採取した粉じん試料の磁気分離を行い、磁気特性を検討したが、今年度は、粒径別に採取した大気粉じん試料について金属元素、多環芳香族炭化水素(PAHs)と酸化還元活性について検討を行った。金属元素のうち、Ti、V、Cr、Cu、Zn、Pbは、0.56~1.0 μm、PAHsは0.56 μm以下の粒径範囲に多く含まれていた。

次に、DTT法により、粒子試料の酸化還元特性を評価した。石炭燃焼に由来する粒子試料の酸化還元活性は、PM₁>PM₁₀>ボトムアッシュ>原炭の順に高く、石炭燃焼により生成する微小粒子が、活性酸素の生成能を有することが分かった。

大気微小粒子中のバイオマス起源有機粒子の同定と発生源の評価

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

佐坂公規

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(代表:坂本和彦)

1 研究背景と目的

PM_{2.5}の主な構成成分のうち発生過程の解明が最も進んでいない有機粒子を対象として、植物起源有機粒子の指標化合物や炭素同位体の分析を行い、その発生過程や起源並びにPM_{2.5}への寄与を明らかにする。また、これらの結果から有機粒子の自然起源/人為起源からの寄与を推定し、有効なPM_{2.5}濃度低減対策を提案する。

2 方法

本研究では、PM_{2.5}中の有機分子マーカーと¹⁴C同位体の分析を行うため、フィルター当たりのPM_{2.5}採取量をできるだけ多くする必要がある。そこで、昨年度の各種サンブラを用いた採取量の比較結果を基に、今年度はインパクトタイプ of 分級機を装備したハイボリウムサンブラを用い、県内2箇所(環境科学国際センター、埼玉大学)において、夏季及び秋季の日中並びに夜間にPM_{2.5}を採取し、ここに含まれる無機イオン、炭素成分、植物由来の分子マーカー化合物(MMC)及び全炭素中の¹⁴C濃度を測定した。

3 結果

2-メチルテトラオール(イソプレン由来MMC:広葉樹由来)の濃度は夏季に最も高く、秋季には減少したが、*cis*-ピノン酸(α -ピネン由来MMC:針葉樹由来)の濃度は年間を通じて濃度レベルに大きな違いは見られなかった。レボグルコサン(セルロース燃焼由来MMC)の濃度は、秋季に著しく増加し、バイオマス焼却の影響を強く受けていると考えられた。

¹⁴C測定に供した試料中の有機炭素(OC)及び元素状炭素(EC)の平均濃度はいずれも日中の方が高かったが、濃度比については日中・夜間ともほぼ変わらなかった。一方、試料中の炭素に対する¹⁴Cの平均的な割合は、日中よりも夜間の方が高く、日中の産業活動等による人為的な影響を受けていると考えられた。試料中の非化石燃料由来の炭素濃度とレボグルコサン及び*cis*-ピノン酸の濃度との間には強い相関が見られ、バイオマス焼却と針葉樹由来の揮発性有機化合物による影響が示唆された。一方、夜間においては、レボグルコサン濃度に対してのみ強い相関を示すことから、主にバイオマス焼却による影響が示唆されたが、さらに試料数を増やして検討する必要がある。

越境ヘイズの影響を受けるマレーシアPM_{2.5}の性状・発生源・健康リスクの総合評価

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

藤井佑介

共同研究機関: 京都大学(代表:東野達)、インドネシア・ディポネゴロ大学、マレーシア国民大学

1 研究背景と目的

本研究では、国内発生源とインドネシア泥炭火災などの越境大気汚染源の寄与が混在したマレーシアPM_{2.5}の性状特性と変質過程の解明及び発生源同定を行い、健康リスクを定量化することを目的としている。

当センターは主に、実大気試料や泥炭火災発生源試料のバイオマス燃焼由来有機化合物(バイオマーカー)分析、リセプターモデルによるマレーシアにおけるPM_{2.5}発生源の同定を担当する。本年度は、マレーシアのクアラルンプールにおける通年PM_{2.5}観測試料に対し、主要なバイオマーカー分析及び水溶性イオン成分分析を重点的に行った。

2 方法

マレーシアの首都クアラルンプールで大気中PM_{2.5}を石英繊維フィルタ上に捕集した(期間:2015年6月~2016年5月、1試料あたりの捕集時間:24hrs)。前処理を行った試料に対し、Gas Chromatography/Mass Spectrometry及びIon Chromatography分析を行った。

3 結果

ここでは主要なバイオマーカーの分析結果について述べる。Levogluconan(LG)、Mannosan(MN)、Galactosan(GL)は、セルロースやヘミセルロースの熱分解による生成物であり、主要なバイオマス燃焼発生源の指標として広く知られている。本研究において、1年平均のLG、MN、GLの濃度値は、それぞれ170、13、7.1ng m⁻³であり、LG濃度が最も高く、次いでMN濃度が高かった。マレーシアは大きく2つの季節(①南西モンスーン季(主に6~9月)、②北東モンスーン季(主に12月~3月))に分けられる。南西モンスーン季のLG、MN、GLの平均濃度は、それぞれ270、22、12ng m⁻³であった。一方、北東モンスーン季の平均濃度は、それぞれ46、3.1、0.94ng m⁻³であり、両季節間で明確な違いが認められた。インドネシアの泥炭火災が発生する時期は南西モンスーン季の間であり、加えて、本観測地点は同時期に泥炭火災発源地域(スマトラ島)の風下に位置する。よって、南西モンスーン季に得られた本試料は、インドネシアの泥炭火災による影響を受けていると考えられる。

中国の土壤汚染における環境リスク低減と持続的資源回復の実現に関する研究

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28～31年度)

王効挙(代表)、米持真一、米倉哲志、磯部友護
共同研究機関:中国・上海大学、ほか3機関

1 研究背景と目的

土壤汚染は数多くの国で深刻化・顕在化しており、食糧の汚染、土壤資源の喪失、生態系の悪化、水環境の汚染、人の健康被害など様々な環境リスクを高めることから、低コストで環境に優しい修復技術の開発と普及が世界的な喫緊の課題となっている。本研究では、申請者らが構築した、土壤の機能を破壊せず、コストも発生しない「有用な資源植物を用いた収益型汚染土壤修復技術」の普及に向けて、土壤汚染が深刻化している中国の多様な汚染サイトでの実証試験、環境教育及び行政に活用できる実用事例集の作成を行い、持続的な土壤環境保全及び環境リスクの低減に貢献することを目的としている。今年度では、予定された中原地域(山西省・山東省)、東南部地域(上海市・湖南省)、東北部地域(吉林省)において基礎調査及び実証試験を実施した。

2 研究調査方法

- (1)中原地域:山西省では、銅汚染農地にバイオ燃料に利用できるトウモロコシを用いた実証試験を行った。山東省では、油用牡丹を用いた修復試験に向けた圃場整備を行った。
- (2)東南部地域:上海市では、重金属汚染の2つの圃場に、それぞれ商用マリーゴールドとトウゴマを用いた実証試験を実施した。湖南省では、候補圃場の汚染状況の調査を行った。
- (3)東北部地域:ニッケル汚染地にトウモロコシを用いた実証試験の調査を行った。

3 結果

中原地域の山西省圃場において、土壤中のCuの平均濃度は583mg/kgであった。トウモロコシの総収量は34.6t/ha、実の収量は9.7t/haであった。粗収益は28万円/haで、修復能力は674gCu/haであることが判明した。東南部地域においては、マリーゴールドとトウゴマは収益性も修復性も高かった。湖南省の調査土壤中のCdなどの重金属の含有量は国の基準を大幅に超過した。東北部地域においては、トウモロコシのニッケル汚染が深刻であったが、トウモロコシの収穫量、修復能力、収益性が高く評価された。今年度の研究結果から植物のバイオマス量、実の収穫量、収益性、修復能力は資源植物の種類及び地域により大きな差があったが、用いた資源植物は良い修復効果と収益効果があると判断された。

高濃度二酸化炭素環境下におけるオゾンが水稻に及ぼす影響とその品種間差の要因解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26～28年度)

米倉哲志(代表)
共同研究機関:茨城大学

1 研究背景と目的

光化学オキシダントの主要成分であるオゾン(O₃)は植物毒性が高く、農作物の成長や収量が低下する。一方、大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度の上昇によって植物の光合成は促進され、植物の成長や収量が増加する。高CO₂環境下での水稻の増収率も品種間で異なることが十分に予想される。我が国の水稻の収量等に対するO₃とCO₂の複合影響に関する知見は非常に少ないが、高CO₂環境下においてO₃の収量等への影響は変化する可能性がある。

そこで本研究では、水稻品種の収量等に対するO₃とCO₂の単独および複合影響について、小型オープントップチャンバー(OTC)を用いた暴露実験を平成27、28年の2作期で実施し、水稻の収量へのO₃の悪影響発現が高CO₂環境下で変化するか評価するとともに、収量影響に品種間差異が発現する要因を調べることを目的とした。

2 方法と結果

水稻4品種(コシヒカリ、キヌヒカリ、彩のかがやき、彩のきずな)を対象にO₃とCO₂の小型OTCによる複合暴露試験を行った。O₃濃度3段階[O₃除去区(CF)、野外O₃濃度区(NF)、野外O₃濃度+30ppb区(O₃)]と、CO₂濃度2段階[野外CO₂濃度区、野外CO₂濃度+150ppb区(CO₂)]を設け、それぞれのガス処理条件を掛け合わせた6処理区で実施した。

各処理条件で育成した4品種の2作期における収量および収量構成要素について検討した。その結果、全品種においてCO₂添加による1割程度の収量の増加傾向が認められた。一方、O₃による収量の低下が認められた。また、高濃度CO₂環境下でのO₃影響は、コシヒカリと彩のかがやきの2品種では現状レベルのCO₂環境下でのO₃影響と明瞭な違いがなくO₃感受性の大きな変化はないと考えられたが、キヌヒカリと彩のきずなの2品種においては高濃度CO₂環境下においてO₃影響に対する感受性が若干大きくなる傾向が認められた。この要因として収量構成要素について検討したところ、CO₂環境の違いによるO₃影響の発現は子実数や1000粒重では明瞭な変化は認められなかった。一方、O₃による穂数の減少程度がCO₂環境の違いにより変化する傾向が認められ、品種間差異が生じた要因の一つとして考えられた。

経済的利用により劣化した東アジアおよびロシア極東地域の食肉目個体群の復元技術開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26~29年度)

角田裕志

共同研究機関:東京農工大学(代表:金子弥生)、北海道大学、イギリス・オックスフォード大学、ブルガリア・トラキア大学、ロシア科学アカデミー、国際基督教大学、中国科学院動物研究所

1 研究背景と目的

本研究は、日本を含む東アジアおよびロシア極東地域に生息する食肉目を対象に生息地および経済利用の現状を把握すると共に、他のユーラシア地域との比較研究を通じて食肉目個体群の保全・復元技術の開発を目指すものである。当センターは、中大型食肉目の生物間相互作用や生息地に対する人為的干渉の影響に関して、日本およびヨーロッパでの比較研究を担当する。本年度は中大型哺乳類の日周活動や生息地利用に関して、捕食者ギルド内の相互作用、環境条件ならびに狩猟や環境改変等の人間活動などの影響を把握することを目的に、ブルガリア国において現地調査を行った。

2 方法

ブルガリア中央部の山林地域と農村地域においてトレイルカメラを用いた調査を実施した。農村地域では2016年3月~8月に森林、農耕地、ゴミ捨て場などに計10台のカメラを設置した。山林地域では、2016年7月に生物種の分布、気象条件、人間活動の影響を考慮して、600m~1300mの標高別に計15台のカメラを設置した(調査は現在も継続中)。撮影のインターバルは5分とし、1度に3枚の連続撮影に設定した。原則として毎月メモリと電池の交換を行い、データの回収に努めた。

3 結果

ここでは農村地域における調査結果を報告する。調査期間中に計11種の野生動物を確認した。高頻度で撮影された種はキンイロジャッカル(*Canis aureus*)、ヨーロッパアナグマ(*Meles meles*)、アカギツネ(*Vulpes vulpes*)であった。非計量多次元尺度構成法によって種ごとの撮影頻度の傾向を分析したところ、有蹄類と食肉目は異なる環境で撮影される傾向にあった。また、食肉目内でも、開けた環境で多く撮影される種と林内または林縁での撮影が多い種に区分された。撮影頻度の違いは各種の生態特性および人間活動に対する許容性の違いによるものと考えられた。

農山村地域の空洞化回避を主目的に据えた鳥獣害の動向予測と実効的管理体制の提言

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~28年度)

角田裕志

共同研究機関:岐阜大学(代表:鈴木正嗣)、山形大学、(国研)森林総合研究所、酪農学園大学、兵庫県立大学

1 研究背景と目的

人口減少による農山村集落の無人化が、里山の環境変化を通じて生物多様性や野生鳥獣の個体数変動に及ぼす影響が懸念されている。本研究は、人口減少社会下における実装可能な生物多様性保全および鳥獣管理の体制を提言することを目的としており、当センターは関東・中部の人口密集地とその周辺地域を主な対象として、鳥獣管理の担い手育成や里山に代表される二次的自然の保全技法に関する提案を行った。

2 研究結果の概要

鳥獣管理の担い手となる新規狩猟者を対象としたアンケート調査の分析結果から、担い手育成に係る政策課題を抽出した。その結果、狩猟免許取得者向けの捕獲技術講習等を実施し、捕獲技術の習得機会を設けると共に、所有農地における自衛的な捕獲を推進するために、市町村が定める有害捕獲の参加要件において個人捕獲を許可することが重要であると考えられた。また、狩猟に積極的な態度を示す免許取得者については、広域での管理捕獲の担い手として期待できる可能性があるため、捕獲技術の習得支援と合わせて管理捕獲への参加促進なども重要な施策となる可能性を示した。

また、里山を中心とした二次的自然の保全に関しては、既存の文献や資料を整理し、人口減少社会下での二次的自然の維持管理にかかわる課題と生物多様性の保全方策について検討した。今後の人口減少が進む中では、管理にかかる担い手と予算の縮小が予想されることから、粗放化等による管理作業の省力化、保全優先度が高いと考えられる場所について保全努力の選択と集中を検討する必要があると考えられた。これらの具体的な内容について、日本の里山を構成する主要な環境の一つである水田水域をモデルケースとして、具体的な保全策について議論した。

不燃ごみに混入する化粧品、医薬品等の残存内容物の把握と埋立地管理への影響

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

川崎幹生(代表)、鈴木和将

1 研究の目的

一般家庭が化粧品や医薬品等を廃棄する場合、自治体毎のごみ分類に従って分別するが、化粧品や医薬品等についての記載は十分ではない。そのため、不燃ごみ中には完全に使い切っていない化粧品や医薬品等が含まれている。しかし、その混入量や埋立地管理への影響についての報告は少ない。そこで、本研究は、不燃ごみ中に含まれる化粧品及び医薬品等を対象とし、不燃ごみ中のそれら化学製品の混入量及び埋立地管理への影響について把握することを目的とする。

今年度は、新たにD市の不燃ごみから、化粧品、医薬品等の抜き取り調査を行うとともに、B市及びC市について、再度調査を実施した。

2 方法

A市では、不燃ごみからの小型家電ピックアップ時に、調査対象である化粧品、医薬品等の容器を選別した。B市、C市及びD市では、不燃ごみ組成調査における分類対象の一つとして選別した。また、選別後の化粧品、医薬品容器は持ち帰り、容器内残存量調査を実施した。

3 結果

各自治体での調査結果を表1に示した。

表1 各自治体の不燃ごみ調査結果

| | 不燃ごみ 搬入量 (t/年) | 住民一人 一日搬入量 (g/人・日) | 調査 重量 | 化粧品 医薬品等 | |
|----|----------------------|--------------------------|----------------|---------------|-------------|
| A市 | 500 | 26 | 4.2t | 30kg | 0.71% |
| B市 | 2800 | 65 | 111kg 123kg | 6.1kg 13kg | 5.5% 11% |
| C市 | 1500 | 60 | 99kg 124kg | 7.0kg 12kg | 7.1% 10% |
| D市 | 4300 | 139 | 111kg | 2.7kg | 2.4% |

容リプラ(容器包装リサイクル法の対象のプラスチック製容器、包装)を回収せず、不燃ごみとして収集しているD市が最も不燃ごみ量が多く、また、容器内に残存する製品量も多いことがわかった。

将来の埋立廃棄物の変質を見据えた最終処分場における埋立廃棄物の安定化評価

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

磯部友護(代表)

1 背景と目的

廃棄物焼却灰のセメント原料へのリサイクルといった近年の循環型社会形成の推進に伴い、我が国の最終処分場(以下、埋立地)における埋立廃棄物は質・量ともに変化している。そのため、数十年にわたり維持する必要がある処分場を将来にわたり適切に管理するためには、埋立地内部の廃棄物が時間経過に伴いどのように変質していくかを的確に把握する必要がある。

そこで本研究では、現在~将来の廃棄物における埋立地内での安定化を把握し、その評価・予測方法を確立することを目的とし、埼玉県内の複数の埋立地において、調査用の埋立セルを構築し、内部の水質やガス組成、温度などのモニタリングと、比抵抗探査による非破壊モニタリングを行う。

2 調査内容

本年度は埋立物が異なる埼玉県内の3カ所の埋立地(A~C)を対象とし、埋立物が明らかな区域を埋立セルと設定した。それぞれの埋立セルにモニタリング用の各種設備を設置し、内部温度や内部ガスのモニタリングを開始した。また、埋立地Aでは比抵抗探査によるモニタリングを行った。

なお埋立地B、Cではセンサーの設置不具合及び埋立管理上の不具合により十分なモニタリングデータが得られていないため、本稿では割愛する。

3 結果

モニタリングの結果、以下のことが明らかになった。

(1)埋設センサー及び観測井を用いたモニタリングにより、時間経過に伴う内部温度、電気伝導率、水素ガス濃度の低下が見られ、埋立地内部の質的变化が確認された。また、電気伝導率及び内部ガス(メタン、水素、一酸化炭素)濃度は焼却残渣と不燃残さの混合割合の影響を受けていることが確認された。

(2)比抵抗探査モニタリングにより、時間変化及び降雨イベントに伴う埋立地A内部の低比抵抗領域の変化を可視化することができた。

これらの結果より、時間経過及び埋立廃棄物の相違に伴う埋立地内部の変質状況を把握することができる可能性が示された。今後はさらなるモニタリングの継続により、埋立地の安定化状況の評価を行っていく必要がある。

位相幾何学的手法を用いた廃棄物埋立層の間隙構造と流体の相互作用の解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28~30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埋め立てられている埋立地は、埋立層内部で起こっている現象も分からないまま、現在経験的な設計や管理が行われており、これが地域の住民にとっての安心を保障できない要因となっている。層内部での水・ガスの動きは、埋立地の洗い出しや安定化に大きく影響するため、浸出水・ガスの量を予測することは埋立地の設計・管理に非常に重要な課題である。埋立層内の間隙構造は、その中を流れるこれらの流体特性に大きく影響するものと考えられている。しかし、従来の方法では、細孔分布や間隙率等を求めることはできるものの、埋立層間隙のような複雑な幾何構造の形を記述することは困難であった。

近年、このような形の記述に関して、数学の位相幾何学的な視点から、Topological Data Analysis(TDA)というデータ解析手法が新たに開発された(Edelsbrunner (2002) Discrete Comput. Geom., 28(4), 511)。その手法の一つとして、パーシステントホモロジーがあり、これは「穴」に着目した特徴づけを行うものである。そこで、本研究では、パーシステントホモロジー群という位相幾何学の道具を用いて、この幾何構造と流体挙動との関係を明らかにすることを目的とする。

2 方法と結果

本研究では、複雑な間隙形状内の流れの数値解析を行うため、複雑な形状の解析に容易に適用することができる有限要素法(Galerkin法に基づく)を用いて、支配方程式の三次元非圧縮性Navier-Stokes方程式と連続の式を解いた。また、有限要素法の安定化手法として、移流項の卓越による数値不安定性に対しては、SUPG(Streamline Upwind/Petrov-Galerkin)法を適用し、下限上限条件を満たさないことによる数値不安定性に対しては、PSPG(Pressure Stabilizing/Petrov Galerkin)法を導入した。

また、マイクロフォーカスX線CT装置を用いて撮影した廃棄物層のCT画像を位相幾何学解析用に白黒画像ファイルに変換した。その後、パーシステントホモロジー群を用いた定量化を行った。

水環境におけるPFOS、PFOAの前駆物質の生分解挙動に関する研究

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26~28年度)

茂木守(代表)、野尻喜好、堀井勇一

1 研究背景と目的

ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOA)は、生物に対する有害性が指摘されている難分解性有機フッ素化合物である。PFOS、PFOAの官能基の一部が置換された物質(前駆物質)は、市販品にも含まれ、環境中で生分解されて、最終的にPFOS、PFOAに変化する。しかし、河川環境中における前駆物質の生分解挙動については未解明な部分が多い。本研究では、実験室レベルの生分解実験を行い、水環境における前駆物質からPFOS、PFOAへの転換機構等を明らかにする。

2 方法

PFOSの前駆物質である*N*-EtFOSEについて、河川水一底質を用いた好氣的生分解実験系で、336日間にわたる長期生分解試験を実施した。また、同様な実験系を用いてペルフルオロデカンスルホン酸(PFDA)の前駆物質である10:2フッ素テロマーアルコール(10:2FTOH)の84日間の生分解挙動を調べた。

3 結果

長期生分解実験では、100ngの*N*-EtFOSEを実験系に添加したところ、336日間で73%がPFOS、3%がPFOAに転換した(モルベース)。このことから*N*-EtFOSEの一部は、生分解過程でスルホンアミド基がカルボキシル基に置換することが示唆された。

100ngの10:2FTOHを添加した生分解実験では、84日間で24%がPFDAに転換した(モルベース)。また、同時にペルフルオロノナン酸(PFNA)、PFOA、ペルフルオロヘプタン酸(PFHpA)、ペルフルオロヘキサン酸(PFHxA)、ペルフルオロペンタン酸(PFPeA)が、それぞれ3.5、3.4、2.0、1.6、1.0%生成した。このことから、生分解過程において10:2FTOHの一部はフッ化アルキル基の短鎖化が起こることがわかった。また、56日目と84日目のこれらの最終生成物の比率はほぼ一定であった。なお、これまでに実施したフッ化アルキル基の短い8:2フッ素テロマーアルコール(8:2FTOH)の生分解実験結果から、10:2FTOHは8:2FTOHよりも生分解速度が遅いことが示唆された。

精密質量データ解析法の開発と環境化学物質モニタリングへの応用

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26～28年度)

大塚宜寿

共同研究機関: (国研)国立環境研究所(代表:橋本俊次)、統計数理研究所、公立鳥取環境大学、広島県立総合技術研究所保健環境センター

1 研究背景と目的

本研究では、普及しつつあるガスクロマトグラフ-高分解能飛行時間型質量分析計(GC-HRTOFMS)の環境分野への活用の高度化と、研究分野の開拓にも繋がる手法の開発を目指している。そのために、広い質量範囲で精密質量数が得られるGC-HRTOFMSの能力を最大限活用した物質の検索・同定を可能とする高精度な網羅的分析法や、物質組成や量の変化を高感度に検出・識別できる精密質量データの解析法を提案し、測定データからの物質の発掘や検索・同定において精密質量データを用いることの優位性を明らかにすることを目的とする。ケーススタディとして、廃棄物処分場、環境監視地点などにおける大気、水環境中の化学物質の網羅的モニタリングおよび異常検出とその原因解析を行い、提案する手法の妥当性と有用性について評価する。

2 方法

廃棄物処分場、環境監視地点などにおける化学物質監視をケーススタディとして、①網羅的の化学物質モニタリングに適したサンプリング法の開発と改良、②GC(×GC)-HRTOFMSによる網羅的分析条件の決定とモニタリング試料の測定、③それにより得られた精密質量測定データの類似度と差異を検出する解析法の開発とその応用、④可能な限りの物質検索と未知物質の同定を通して網羅的な化学物質情報を蓄積し、これらと常時監視項目やその他の化学物質およびWET情報などを比較考察する。最終的に、精密質量データを用いた化学物質モニタリング法および解析手法を提案し、化学物質の監視、並びに事故・災害時などに迅速に対応できるモニタリング手法の有用性と精密質量データを用いることの優位性について明らかにする。

3 結果

測定データにおける平常時と異常時の差の検出に非負値行列因子分解法を適用するため、そのコーディングを行った。研究代表者が、GC×GC-HRTOFMS測定データに適用した結果、その有用性を見いだしたが、計算の高速化が求められた。そこで、ニュートン法による非負値行列因子分解法をコーディングし、モニタリング調査の結果に適用することにより、その動作を確認した。

ネオニコチノイド系殺虫剤の下水処理場からの排出実態解明と河川水における排出源解析

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27～29年度)

大塚宜寿(代表)、蓑毛康太郎

1 研究背景と目的

先行研究において、ネオニコチノイド系殺虫剤が河川水から高頻度で検出されることを報告した。本殺虫剤は、直接的・間接的な生態系へのリスクが懸念されているが、農業だけでなく家庭でも広く使用されているため、排出実態の把握が困難となっている。水道水や尿からの検出も報告されており、生活排水やし尿中の本殺虫剤が下水処理施設を経由して河川へ放流される可能性があるが、その実態は未解明である。本研究では、分解物を含めた分析法の開発を行い、これを用いて下水処理場から河川への排出実態を明らかにするとともに、下流の河川水の測定データについて非負値行列因子分解を行うことにより、他の排出源の構成比と寄与率を得て、本殺虫剤の排出源解析を行うものである。

2 方法

すでに開発した河川水に対するネオニコチノイド系殺虫剤7化合物とフェニルピラゾール系殺虫剤フィプロニルの同時分析法を基に、3つの分解物も測定対象とする分析法を昨年度に開発した。開発した分析法を用いて、下水処理場放流水を測定し、排出実態を把握するとともに、流入水も測定して下水処理過程における除去効果を評価する。さらに、下水処理場下流地点の河川水の測定データに対して非負値行列因子分解を行うことにより、本殺虫剤の排出源を推定する。

3 結果

県内9か所の流域下水道の処理場の放流水と流入水について調査した。調査した全ての放流水および流入水から複数のネオニコチノイド系殺虫剤成分とフィプロニルを検出した。また、すべての試料からアセタミプリドの分解物であるデスマチルアセタミプリドを検出したが、他の2つの分解物は検出されなかった。ネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニルおよびデスマチルアセタミプリドは、同じ施設では、流入水と放流水で同程度の濃度で検出されていることから、下水処理場での処理過程で分解や除去がされにくいことを示唆している。また、従来のアルゴリズムより計算の高速化が期待されるニュートン法による非負値行列因子分解法をコーディングし、モニタリング調査の結果等に適用することにより、その動作を確認した。

水環境における環状シロキサン及びその類縁化合物の残留特性評価と有機ケイ素収支

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28～30年度)

堀井勇一(代表)

1 研究背景と目的

近年、環境リスク評価の最優先化学物質として注目される揮発性環状メチルシロキサン及びその類縁化合物(シロキサン類)について、東京湾流域を対象とした水・底質・魚類の水環境モニタリングを実施する。得られた濃度プロファイルに全有機ケイ素成分や生分解試験の分解・生成割合の情報を追加することで、水、底質、生物の各媒体におけるシロキサン類の残留特性評価及び分解・二次生成等の環境動態を解明、また、人工化合物である有機シリコン化合物全体(つまり有機ケイ素成分)の環境内収支を推定する。

このうち本年度は、これまで環境分析の主要であった4～6量体の環状メチルシロキサン(CMS)のみでなく、CMSの3～9量体(それぞれD3～D9)及び鎖状メチルシロキサン(LMS)の3～15量体(それぞれL3～L15)、計22種のシロキサン類を対象とし、その一斉分析法検討に取り組んだ。

2 研究進捗

LMSの7量体以上については高純度試薬が市販されていないため、ポリジメチルシロキサン(PDMS、5cSt、シグマアルドリッチ)の混合物を標準試料として用いる定量法を新たに検討した。PDMS試料に含まれる各成分の割合は、GC/FID測定から得られたピーク面積をベースに、各成分の炭素構成比で補正することで算出した。L7～L15について得られた各成分の割合は2.2～15.5%であった。このPDMS試料と内標準(d10フェナントレン)を用いて検量線を作成した。L7～L15について得られた装置の検出下限は0.5～3 pgであり、高純度試薬を用いたL3～L6の下限値と同等の感度が得られた。また、これら対象成分の簡便な前処理法として、固相カートリッジを用いる方法を検討した。グラフアイトカートリッジ(InertSep GC)にヘキサン抽出液を通すことで、着色成分等の夾雑物を効率的に除去でき、またCMS及びLMSの全対象物質について高回収率が得られることを見出した。

現在、確立した方法を用いて、県内主要河川から採取した底質の測定・解析を進めている。

3 今後の予定

- (1)本年度確立した分析法を用いて、各環境媒体におけるシロキサン類の残留状況を調査する。
- (2)ICP発光分光分析計を用いる有機ケイ素分析法を確立し、環境中有機シリコン化合物の総量推定に適用する。

第三の極における強太陽光照射が有害物質長距離輸送に与える影響評価研究

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27～31年度)

堀井勇一

共同研究機関:(国研)産業技術総合研究所(代表:山下信義)

1 研究背景と目的

地表に比べて40%も強い太陽光照射によりオゾン層破壊・地球温暖化の影響が急速に進行している「第三の極(The Third Pole)」であるヒマラヤ山脈・チベット高原等の高山環境において、残留性有機汚染物質の太陽光照射分解・二次生成反応とその環境影響を明らかにする。また中東砂漠等を起源とし、ヒマラヤ山脈を超えて中国上空の有害物質を取り込み日本へ飛来する粒子状物質とガス成分の一斉分析を行うことで、第三の極における環境内構造変換が有害物質の広域環境動態に与える影響を解析する。このうち、環境科学国際センターでは、近年、新規の環境汚染物質として注目される揮発性メチルシロキサン(VMS)について、太陽光照射による現地での分解試験を実施し、その残留・分解挙動を解析する。また、VMSのバックグラウンド濃度を把握するため、自由対流圏に位置する富士山頂測候所で大気調査を実施する。これらデータを、共同研究機関で得られる残留性有機汚染物質(POPs)と比較・検証することで、有害物質の環境動態解明に資する。

2 研究進捗

光分解試験の試料: 対象物質を環状VMSの4～6量体(それぞれD4、D5、D6とする)とし、比較のため16種の多環芳香族炭化水素類を併せて準備した。それぞれアセトン溶液を調整し、超純水の入った石英管に水溶解度未満となるよう添加・密封した。

現地試験の実施: 準備した水溶液試料を中国四川省(期間:2015年8月～進行中)、北京市(2016年9月～同年12月)、アフマダーバード(インド北西部、期間:2016年10月～進行中)、チェンナイ(インド南東部、期間:2016年7月～進行中)の4地点に数か月間放置した。これらの試料は再び実験室に持ち帰り、実験室に冷蔵保管していた同セット試料と一緒に対象物質を測定・比較することで、それらの分解・残存率を算出する。

今後の予定: 現在進行中の現地試験が終了次第、試料分析を進め、対象物質の分解・残存率を確認する。これら分析結果から、必要に応じて対象物質の追加や試験条件の変更を行い、再度同様の現地試験を実施する。

稀少淡水二枚貝のイシガイ類保全のための人工増殖に向けた餌資源の解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成25～28年度)

田中仁志

共同研究機関: 富山大学、秋田県立大学、東北大学、氷見市教育委員会、(国研)国立環境研究所

1 研究背景と目的

淡水二枚貝イシガイ類(以下、単に二枚貝と表す)はタナゴ類の産卵場(産卵母貝)や濾過摂食による水質浄化など水圏生態系において極めて重要な機能を有する。一方、二枚貝は本県のみならず全国的に稀少化が進行しており、早急な保護対策が必要な水生生物である。本研究は二枚貝の保護を目的として、人工増殖を可能とする餌資源を明らかにするための検討を行った。

2 方法

実験は、2016年8月～11月の99日間行った。実験に用いたイシガイ科イシガイ(*Nodularia (Unio) douglasiae nipponensis*)は、富山県氷見市内のY川から、55個体(平均殻長約30mm)を2016年8月に採取した。埼玉県環境科学国際センターの屋外(屋根状構造物下)に設置したダイライト水槽(容量1,000L)3基(水槽A～C)に、別の水槽で数日放置した水道水を500L入れ、常時エアレーションを行った。各水槽にはランダムに選んだイシガイ(18～19個体)をかごに入れ、垂下した。市販藻類は、これまでにイシガイに対する給餌実験において培養クロレラ(淡水緑藻 *Chlorella* 属)を代替できる可能性が示された、市販クロレラパウダー(商品名:エメラルド、デサン社製)を使用した。クロレラパウダーはミキサーを用いて蒸留水中に十分に分散させた後、添加後の濃度が水槽A及びBは10mg/l、水槽Cは30mg/lになるように、2～3回/週の頻度で給餌した。

3 結果

実験開始時及び終了時におけるイシガイの平均殻長は、水槽Aではそれぞれ34.2mm及び34.5mm、水槽Bでは35.1mm及び35.4mm、水槽Cでは34.9mm及び35.0mmとなり、平均生長速度(d^{-1})は、水槽A:0.00010、水槽B:0.00029及び水槽C:0.00014で、水槽A、Bに対して水槽Cが一桁小さい値であった。全水槽のイシガイの殻長は生長したものの、本実験では、給餌量は水槽A、Bに対して水槽Cを3倍量に設定したが、生長速度は逆に小さくなっており、殻長で評価した生長を低下させる結果となった。一方、生体重の生長速度(d^{-1})は水槽A～Cで0.00028～0.00053となり、水槽Bが最も大きかったが、それらの差は2倍以内であり、殻長の生長速度に比べるとその差は小さかった。

河川生態系への影響が心配な神経毒性農薬の汚染実態と水生昆虫による生態影響試験開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26～28年度)

田中仁志(代表)、大塚宜寿

共同研究機関:(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所

1 研究背景と目的

ネオニコチノイド系殺虫剤は広く利用されているため、埼玉県内の河川においても広範囲で検出されている。しかし、ミツバチに対する影響が報告されるなど、防除対象外の昆虫に対する影響が懸念されている一方、水生昆虫に対する影響についての情報は不足している。農薬は使用状況や天候によって、河川水中から検出される濃度は急激かつ大きく変動することが予想されるが、定期的な調査で汚染実態を捕らえることには限界がある。このため、吸着樹脂を水中に連続して設置するパッシブサンプリングと呼ばれる調査方法は、平均的な濃度を把握する方法として実情に即している可能性がある。本研究は水に溶解しやすいという特徴を有するネオニコチノイド系殺虫剤を対象にしたパッシブサンプリング方法を確立するとともに、水生昆虫を用いた新たな生態影響手法の構築を目的として、幼虫の行動に着目した新たな影響評価方法として運動量の定量評価方法を検討した。

2 方法

試験系は滅菌シャーレ(90×15mm、IWAKIサイテック)にガラス繊維濾紙(ワットマンGF/D)を敷いた後、ミネラルウォーター(ボルヴィック)20mlを加え、試験生物の幼虫を1匹ずつ入れ、20℃恒温室内の振盪機(42rpm旋回運動)上で暴露させる条件を見出した。なお、事前に行った暴露条件の検討では、カゲロウ類幼虫は一週間以上、カワゲラ類では約1ヶ月の飼育が可能で、観察中に脱皮も行われ、最終的に羽化する個体もあった。クロチアニジンの影響は、ビデオカメラで撮影した幼虫の動画から、Windows10パソコン用2次元運動解析ソフトウェア(DIPP-MotionV/2D(ディテクト株式会社))を用いて単位時間あたりの移動距離を運動量として求め、暴露濃度との関係を解析した。

3 結果

経過時間とカワゲラ幼虫(体長15mm)の移動距離は、一次直線的な関係($R^2=0.97$)を示し、平均移動速度は約8.3mm/sであった。観察中、比較的連続して動き回る特徴があったカワゲラ類幼虫は、運動量を指標とした影響判定に適した試験生物である可能性が示された。また、市販運動解析ソフトを用いることにより、運動量の定量的評価の可能製が示された。

持続的水環境保全に向けた中国山西省における生物による水質調査と環境教育への適用

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~30年度)

田中仁志(代表)、木持謙、渡邊圭司、王効拳

共同研究機関: 東北工業大学、中国・山西省環境生態研究センター、中国・山西農業大学

1 研究背景と目的

中国山西省は黄土高原に位置する内陸省で、比較的降水量の少ない地域であるため、産業や生活排水等による河川の水質汚濁が問題になりやすい。持続的な水環境保全のためには生態系を始めとする河川の大切さを理解することが必要であり、環境学習はその有効な手段である。本研究では、山西省の河川および小学校をモデルとして、我が国で利用されている水生生物による水質調査法の中国版を作成し、中国における環境教育へ適用を図ることを目的としている。

2 方法

山西省太原市内の桃園小学校において、前年行った環境教育の試験的授業の結果を踏まえ、改良した教材等を利用し、授業を行った。また、山西省太原市を流れる汾河において、児童を対象にした水生生物調査の実施場所の選定を目的とした調査を行った。

3 結果

東北工業大学山田教授を講師とし、桃園小学校5年生約50人を対象に環境学習の授業を行った。前年度は一部の生徒にのみ、汚れた川水をきれいにする原理を学ぶ模擬濁水を用いた凝集や吸着の実験を体験してもらったが、今回は全生徒が何らかの体験が出来るよう教材を準備した。実験に対する関心は高く、教材の開発の効果が実証できた。また、アンケート結果から、フィールド学習に対する希望も多いことが明らかになっており、来年度は移動方法や実施時期など学校関係者と実施に向けた調整を行う予定である。

放射光分析の応用による鉄電解型浄化槽の直接および間接リン除去機構の解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28~30年度)

見島伊織(代表)

1 研究背景と目的

既存のリン除去型浄化槽に採用されている鉄電解法とは、浄化槽内に設置した鉄電極に通電し、電極より溶出した鉄イオンと水中のリン酸イオンを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方法である。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の形態解析が有効となる。よって本研究では、XAFS(X-ray absorption fine structure)測定などによるFe形態解析を用い、リン除去機構を明らかにすることで、本浄化槽におけるリン除去の安定化に寄与する情報を整理することを最終目的とした。本年度は、鉄電解リン除去プロセスの評価のため、XAFSスペクトルのパターンフィッティングの条件などを検討することとした。

2 方法

鉄電解型浄化槽の処理水をろ過したろ液を試料とした。試料中のリン濃度が5mg/Lになるように、KH₂PO₄溶液を加えた。スペーサーに鉄板2枚を挟んで固定した。両極の下方部分をビーカー中の試料に浸漬させ、曝気および攪拌を行った。定電流装置にて直流電流を通電し、電解により溶解する理論的鉄濃度が、Fe/Pモル比1となるように設定した。ビーカー内の室内実験生成物をろ紙に捕集し、乾燥後、XAFS測定に供した。XAFS測定では、市販の標準物質6種類と自家調製した標準物質6種類(st1~st6)も対象とした。

3 結果

すべての標準物質および試料のXAFSスペクトルは、いずれも7110~7120eV付近に吸収端があった。また、酸化数の低い試料では低エネルギー側に吸収端があった。市販と自家調製した標準物質のスペクトルフィッティングを行うと、st1はFeCO₃、st2とst3とst5は α -Fe₂O₃、st4とst6はFePO₄との組み合わせの場合にRが最も低かった。市販の標準物質を用いて室内実験生成物のスペクトルフィッティングを行うことを試みたが、フィッティングの整合性を示す指標であるRが高く、信頼性のあるフィッティングができなかった。自家調製した標準物質はst1、st3、st6の3種類で、室内実験生成物のスペクトルフィッティングを行ったところ、Rが全体的に低く、ある程度の整合性を持ってフィッティングできた。室内実験生成物においてはst3およびst6が主要な割合を占めていた。st6の割合の高い試料においては高いリン除去効果が得られる傾向が観察された。

安定同位体比とメタゲノム解析による河川における亜酸化窒素の動態把握と重要性評価

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~28年度)

見島伊織

共同研究機関: 秋田工業高等専門学校(代表: 増田周平)、
東北大学

1 研究背景と目的

地球温暖化問題が提起されて以来、温室効果ガス(GHG)の削減は人類共通の重要課題である。GHGsの中でも、亜酸化窒素(N_2O)は CO_2 の約300倍もの強力な温室効果を持ち、オゾン層破壊効果も併せ持つ重要なガスである。我々がこれまでにを行った流域における N_2O の調査研究においては、 N_2O の生成・消失・移動の場としての河川の重要性や、発生メカニズムの解明の必要性を示した。一方で、近年の技術革新により、安定同位体比による流域解析やメタゲノム解析による細菌叢の解析が環境分野の研究において利用されつつある。以上のことから、本研究では、河川環境中の N_2O に関する未解明な課題を解決し、温室効果ガス排出抑制および健全な窒素循環の達成に資することを目的とし、人為起源の窒素が流入する河川における N_2O 生成量の定量化、河川底泥での N_2O 生成と底泥細菌叢の関連性解明、河川由来の N_2O の環境影響評価を行うこととした。

2 方法

平成27年12月、平成28年2、5、11月の計4回、下水処理水が流入する河川の上・下流水および下水処理水を採取した。対象河川は、処理水が流入するN川(標準活性汚泥法)、C川(擬似嫌気好気法)、T川(高度処理法)である。分析項目は、溶存態 N_2O 、TOC、無機態窒素、DOとした。

3 結果

異なる窒素成分の下水処理水が流入することで、N川下流では NH_4^+ 、C川下流では NH_4^+ と NO_3^- 、T川では NO_3^- が上流よりも顕著に高くなった。 N_2O 生成速度はC川で最も高く、次いで、N川、T川であった。硝化速度はC川とN川で同程度であり、脱窒速度が小さかったC川で N_2O 生成速度が高くなった。これは、 NO_2^- の蓄積が原因と考えられ、好気性脱窒により NO_2^- 酸化反応よりも NO_2^- の還元反応が優位になり、 N_2O が生成したことが示唆された。また、T川では N_2O の生成速度は最も低く、河川からの N_2O の間接発生の抑制には下水処理場で高度処理を行うことが有効であることが示された。河川水の環境負荷をLCA手法を用いて計算すると、 N_2O による地球温暖化の影響よりも栄養塩による富栄養化の影響や NH_4-N による生態毒性の影響が高かった。

河川から高頻度に検出される浮遊細菌による新規リン循環プロセスの解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成27~29年度)

渡邊圭司(代表)

1 研究背景と目的

リンは、停滞性河川や湖沼の富栄養化を引き起こす重要な原因物質であり、その水圏環境中での動態の解明が大きな課題となっている。先行研究の中で、IRD18C08クラスターに属する浮遊細菌が河川から高頻度に検出されること、また、それらは細胞内で高濃度にリンを蓄積する能力を有することを発見した。本研究は、この浮遊細菌について、①水圏環境中での生態、②生理学および遺伝学的特性、③細胞内に高濃度でリンを蓄積するメカニズム、④リン循環にどのように寄与しているのか、について解明することを目的としている。

本年度は、分離株を用いて遺伝学的特性および細胞内に高濃度でリンを蓄積するメカニズムについて検討を行った。

2 方法

埼玉県内の環境水を対象とした高感度培養法により得られた、IRD18C08クラスターに属する浮遊細菌164菌株のうち、SHINM1株およびMENU8株について、次世代シーケンサーを用いたドラフトゲノム解析により、リン代謝にかかわる遺伝子の探索を行った。

次に、MENU8株、TENJ13株、MENU16株、MAEY7株、MAEY18株、MYOU9株、MENU5株、SHINM1株の系統的位置の異なる8菌株について、DAPI染色による蛍光顕微鏡観察により、各菌株のリンの取込みの違いを観察した。

3 結果

ドラフトゲノム解析の結果、SHINM1株およびMENU8株の両菌株が、ポリリン酸キナーゼ遺伝子のppk1およびppk2に類似した遺伝子を持つことが明らかとなった。

蛍光顕微鏡観察の結果、系統的位置には関係のない、菌株間のリンの取込みに違いが見られた。SHINM1株は細胞内に高濃度のポリリン酸の蓄積が認められたが、MENU8株については、ポリリン酸の蓄積はそれほど見られなかった。今後は、各菌株のポリリン酸の蓄積について、定量的な解析を行う予定である。

地質地下水統合型地下環境情報システムの構築とそれを活用した地下水の最適管理

(独)日本学術振興会科学研究費(平成26～30年度)

八戸昭一(代表)、石山高、濱元栄起、柿本貴志、
白石英孝、原政之

1 研究背景と目的

近年問題が顕在化している自然地層に由来する地下水中砒素汚染は、酸化還元反応など堆積物と地下水との化学的相互作用の他、砒素含有地層の地質構造や間隙水の影響、さらには汚染地域の地盤変動については地下水の利用形態についても併せて考慮する必要がある。特に海の影響を受けた地層は間隙水中に砒素を含有しており、地盤沈下の進行によりこの地層が圧密圧縮されると、周辺地域の地下水には自然由来砒素汚染が拡大する懸念がある。本研究ではまず地質・地下水情報を収集・分析・解析し、地理情報システム上で稼働する統合型データベースの構築を目指す。そして、主要溶存イオンや重金属類などの地下水質の分析、リモートセンシングを利用した地盤変動解析等を実施することにより適切な地下水・地盤管理手法を検討する。

今年度は、本研究で構築する統合型データベースのベースマップとして利用することが有望な、埼玉県内の全市町村が発行する大縮尺の都市計画図の白図に対応するデジタルマップ(DM形式、DXF形式、SHP形式等)を収集し、各市町村における整備状況や本データベースへの利用可能性を評価した。

2 結果と考察

その結果、全市町村(63機関)のうち53機関はDM形式、4機関はDXF形式、そして残りの6機関はPDF形式やTIFF形式などの画像ファイル等を保有していたが、デジタルマップは保有していなかった。なおデジタルマップを保有する57機関のうち、17機関についてはDM形式やDXF形式のデータと併せて、様々な汎用型地理情報システム(GIS)で利用可能なSHP形式も保有していた。また、デジタルマップの座標系は全て世界測地系を採用していたが、25機関についてはJGD2000、32機関についてはJGD2011の座標系を使用していた。

以上のことから、県全域の市町村のうち約9割については、GISで様々な解析が可能なデジタルマップが整備されており、来年度以降に構築を予定している統合型データベースのベースマップとして十分に利用可能であることが判明した。なお、山間部面積の大きい秩父市、飯能市、横瀬町については、市街地部のみDMデータを有していたが、全域対象としてはいなかった。

貝殻が有する黄鉄鉱の風化抑制機能を利用した海成堆積物の低コスト汚染対策手法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28～30年度)

石山高(代表)、八戸昭一、渡邊圭司、濱元栄起

1 研究背景と目的

近年、海成堆積物由来の土壤汚染が大きな環境問題となっている。この土壤汚染では、掘削直後におけるひ素とふっ素の溶出(短期リスク)と黄鉄鉱の風化後に発生するカドミウムや鉛などの溶出(長期リスク)が報告されている。本研究では、貝殻が有する黄鉄鉱の風化抑制効果を活用した海成堆積物の低コスト汚染対策手法を開発する。

2 実験方法

埼玉県内で掘削採取した海成堆積物にホタテ貝の貝殻片と各種不溶化剤(鉄系不溶化剤、リン系不溶化剤、セリウム系不溶化剤)を添加し、恒温(35℃)湿潤条件で一定期間、風化実験を実施した。黄鉄鉱の風化が進むと、多量の硫酸が生成する。そこで、土壤溶出液中における硫酸イオン濃度の経時変化、ひ素やふっ素の溶出濃度から、貝殻片と各種不溶化剤による短期リスクと長期リスクの抑制効果を評価した。

3 結果と考察

本研究で用いた海成堆積物からは、基準を上回るひ素及びふっ素の溶出が認められた(溶出濃度 ひ素:0.11 mg/L、ふっ素:2.2mg/L)。ひ素及びふっ素の不溶化効果は水酸化セリウムで最も高く、添加率3.5wt%でどちらも基準値以下まで溶出濃度が低下した。水酸化鉄はひ素に対して、リン酸カルシウムはふっ素に対して高い不溶化効果を発揮したが、ひ素及びふっ素を同時に不溶化する効果は得られなかった。

海成堆積物にホタテ貝の貝殻片を5wt%、水酸化セリウムを3.5wt%添加し、恒温湿潤条件で風化実験を行った。貝殻片と水酸化セリウムを添加していない系では、風化実験開始から2ヶ月が経過した段階から黄鉄鉱の風化が進行し始め、土壤溶出液中の硫酸イオン濃度が増加した。

一方、貝殻片と水酸化セリウムを添加した系では、ひ素とふっ素の溶出濃度が大きく低減するとともに、風化実験開始から7ヶ月が経過した段階でも硫酸イオンの著しい増加は認められなかった。貝殻片と水酸化セリウムの併用で、短期リスクと長期リスクが抑制できる見通しが得られた。

地中熱利用システム普及による地下熱環境への影響予測と監視手法の確立

(独)日本学術振興会科学研究費(平成28～30年度)

濱元栄起(代表)

共同研究機関:(国研)産業技術総合研究所

1 研究背景と目的

地中熱利用システムは、地球温暖化対策や都市のヒートアイランドの抑制など環境負荷低減効果があり、また政策的な支援もあって今後急速な普及が予測されている。一方、地中の人為的な採排熱による環境への影響も懸念されているが、これまで広域的な評価は全くなされていない。本研究では、関東平野を対象に地下環境調査を実施し、併せて地下水流動・熱輸送解析を行うことで、システムの普及に伴う今後50年間の地下の熱環境を予測する。この結果を基に環境負荷を最小化する最適設置法およびシステム普及に伴う地下熱環境の変化を監視するための地下熱監視手法を確立する。本成果を活用することにより長期的な都市計画やエネルギー政策の立案に役立つ適切なシステムの普及支援が可能となる。

2 方法

地中熱利用に関する評価を行ううえで「地質情報」、「地下水特性」、「地下温度情報」を知ることが重要である。このうち地下温度情報の整備が遅れている。本研究では関東平野を対象として地下の熱環境調査を行う。地下の熱環境を調べる最も直接的な方法は、深さ数十メートルから数百メートルの地下水観測井で地下の温度分布を計測することである。

3 結果

本年度、関東中央部の埼玉県において4地点(川口、八潮、三芳、熊谷)で地下温度調査を実施した。調査深度は平均200mであり、地中熱利用システムのための評価として十分な深度まで測定することができた。また地中への熱負荷を考えるうえで、地表の熱需要も調べる必要があることから23地点の観測井小屋近傍で大気温度のモニタリングを開始した。今後は、関東中央部だけではなく、その周辺地域を対象地域を広げて既存データの収集や新規の調査を行う予定である。

処理水質に着目した浄化槽の環境負荷削減効果のLCA解析

(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(平成28年度)

見島伊織(代表)

共同研究機関:(一社)埼玉県環境検査研究協会、立命館大学

1 研究背景と目的

我が国の水環境の保全・再生を進めるためには、人口の少ない地域での効率的で効果的な排水処理施設の整備や災害に強いシステムの導入などが必要であり、浄化槽への期待が益々高まっている。しかしながら、たとえば、みなし浄化槽から合併浄化槽への転換を依頼する際には、「8倍の処理能力がある」などの定性的な情報しか伝達できず、オーナーの理解が得がたい状況にある。行政としては、関連する補助金を増額させて、こうした転換を促してはいるものの、浄化槽の設置費用やエネルギー消費を含む維持管理費用に対する環境負荷軽減効果についての評価手法は定まっておらず、公費投入の的確な判断材料が不足している。このように、浄化槽設置やそれによる環境負荷低減のコストを定量的に整理し、提示できれば、より一層の浄化槽の普及を促進できると考えられる。以上のことから、本研究では特に浄化槽放流水が有する環境負荷に特化することとし、浄化槽の処理水質データを収集・解析するとともに、LCA手法を用いて消費電力由来の環境負荷および放流水が持つ環境負荷の算定手法を確立し、浄化槽が有する環境負荷削減効果を統合評価することを目的とした。

2 内容

処理対象物質などで8つの区分に浄化槽を分類し、水質調査を行うことでBOD、COD、T-N、T-P、NH₄-Nの実態を把握した。次いで、主要な環境負荷を地球温暖化(CO₂、N₂O、CH₄)、富栄養化(T-N、T-P)、生体毒性(NH₄-N)の影響に分けて算定することとし、微量な化学物質排出などによる有害化学物質、都市域大気汚染(SO_x、NO_x)についても考慮して、LCAを用いた浄化槽を評価するモデルを作成した。得られた水質などをモデルに入力し、8つの区分の浄化槽の環境負荷を算定した。製造、設置、運用、廃棄の4つのステージに分けて検討したところ、運用ステージにおける環境負荷が最も大きくなった。また、リン除去型の浄化槽においては、他の浄化槽に比べ、T-PおよびNH₄-Nの処理が良好であった。みなし浄化槽から合併処理浄化槽へ転換の便益を検討したところ、リン除去型浄化槽への転換の便益が最も高くなった。

揮発性環状メチルシロキサン分析法に関する国際標準化

(株)三菱総合研究所政府戦略分野に係る国際標準開発活動(平成26～28年度)

堀井勇一(代表)

1 研究背景と目的

ポリジメチルシロキサン(いわゆるシリコーン)は、耐熱・耐寒性、電気絶縁性、科学的安定性、撥水性をもつ化合物で、多くの産業分野で広く使用される高生産量化学物質である。最近の調査・研究では、一部の揮発性環状メチルシロキサン(cVMS)について環境残留性や生物蓄積性が指摘されており、欧米では優先的に詳細化学物質リスク評価が進められている。また、REACH規制に関連して、水系排出用途パーソナルケア製品へのcVMS(4量体、5量体)の使用規制が検討されていることから、水試料の公定法の整備が急務となっている。そこで本事業では、cVMSについて水質分析法の国際規格化(IS化)に取り組んだ。具体的には、生産量及び有害性の観点からリスク評価が重要となる4～6量体のcVMSを対象とした。環境科学国際センターでは、これまでの調査研究において、パーティラップ抽出とガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)を用いる分析法により、国内初となるcVMSの水環境モニタリングを実施してきた。本事業では、これまで基礎検討してきた分析法をベースにIS化を進めた。

2 研究進捗

本年度は、平成27年11月に承認された委員会原案(CD)を次段階に進めるため、国際精度管理試験(ILT)の実施、作業部会(WG)会議の開催、国際規格案(DIS)の作成・提出にそれぞれ取り組んだ。

年度前半には、ILTの実施およびそのデータ解析、国内委員会の開催、第2回WG会議(シドニー)の開催などを計画通り実施した。ILTでは、河川水及び排水を分析対象とし、申し込みのあった8か国19機関に試料を発送した。このうち17機関から回答があり、その報告値を解析したところ、cVMS濃度の室間精度は概ね30%未満と、規定を満たすパフォーマンスデータを得ることができた。

年度後半には、ILTの追加試験を実施し、最終報告書の取りまとめに必要な補足データを整備した。追加試験結果を含むILTの最終報告書を作成、さらに国内委員会で内容を精査した。また、ILTから得られたデータを基に規格案のパフォーマンスデータを付属書として追加した。この規格案は、平成29年2月にISO事務局へ提出され、今後、国際投票による採決がなされる予定である。

済州地域における大気粒子計測による微小粒子の発生源推定

韓国済州緑色環境支援センター研究基金
(平成27～28年度)

米持真一、田中仁志

共同研究機関:韓国・済州大学校(代表:李起浩)

1 研究背景と目的

済州島は、朝鮮半島の南に位置する離島であり、韓国の大気観測のバックグラウンド地域として位置づけられる。中央にあるHalla山で、これまで当センターとの共同研究としてPM_{2.5}を採取し、成分分析を行ってきた。一方、近年では、主に中国からの旅行者や中国資本による大規模開発も進み、また、越境大気汚染の影響も併せて、大気環境は悪化している。このような中、本研究では、Halla山とともに済州島都市部の汚染実態を把握することを目的とする。

2 方法

済州島都市部において、夏季、冬季にPM_{2.5}を採取し、主として炭素成分に着目した分析を行う。比較としてHalla山でも従来どおりPM_{2.5}を採取し、水溶性イオン、炭素成分の分析を行った。水溶性イオンはイオンクロマトグラフ法、炭素成分は熱光学式炭素分析法を用いた。

3 結果

硫酸イオン(SO₄²⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)およびアンモニウムイオン(NH₄⁺)の合計は、イオン合計値の92%、PM_{2.5}質量濃度の44%を占めていた。SO₄²⁻、NO₃⁻とNH₄⁺のイオン当量バランスは一致しなかった。

夏季に採取した試料では、[NO₃⁻]/[SO₄²⁻]のモル比(N/S比)は、[NH₄⁺]/[SO₄²⁻]比が1.5以下の時に低いが、[NH₄⁺]/[SO₄²⁻]が1.5を超えると急激に増加した。[NH₄⁺]/[SO₄²⁻]比が1.5以下の時、NO₃⁻濃度が特に低濃度であった。

冬季に採取した試料では、SO₄²⁻に対して過剰のNH₄⁺が増加するとNO₃⁻も増加した。[NH₄⁺]/[SO₄²⁻]比が1.5を超えた試料では、過剰のNH₄⁺の濃度レベルは、NO₃⁻よりも高いことが分かった。