

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)、日本産業廃棄物処理振興センター、静岡県立大学、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、過去の実測データを整理するとともに、当センターで保有する産廃焼却残さ試料の含有分析を行った。燃えがら51試料と集塵灰47試料について蛍光X線分析装置を用いて分析を行ったところ、PRTR法の指定化学物質のうち、燃えがら、集塵灰ともに検出率の高かった元素は、B、F、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、Br、Pbなどであった。また、国立環境研究所で行ったICP/MSによる分析結果と併せて、燃えがらとばいじんの金属類の濃度分布を比較すると、Zn、In、Cd、Se、Pbなどはばいじんの方が濃度が高く、Cr、Co、Ni、Be、Mn、Cu、Vなどは燃えがらの方が濃度が高い傾向が見られた。

実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・分析法の妥当性を実施設にて検証した。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)を検討した。また、実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。

プラスチック等が混入した弾性廃棄物地盤の力学及び環境特性に関する研究

環境省環境研究総合推進費(平成25～27年度)

川崎幹生

共同研究機関:(公財)産業廃棄物処理事業振興財団(代表:山脇敦)、ほか5機関

1 研究の目的

本研究は、プラスチック等が混入した廃棄物地盤の力学特性や環境特性を調べ、その評価方法や、適切かつ経済的な廃棄物地盤の利用方法を提案することを目的とする。

2 研究の方法

図1に研究開発の方法を示した。

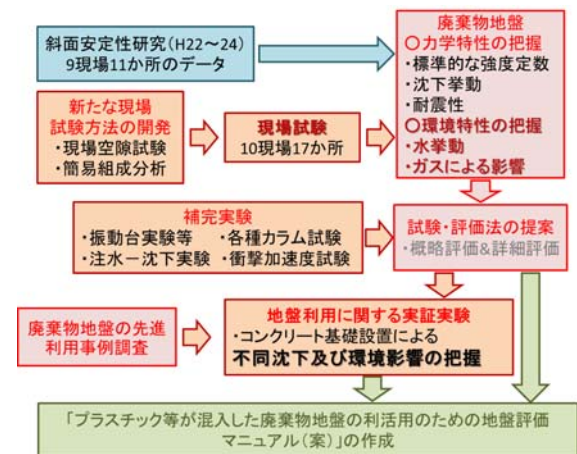


図1 研究開発の方法

本研究の一番の特徴は、実際の廃棄物地盤を利用して、様々な土質力学特性を調べた点である。

3 廃棄物地盤地表部での発生ガスの影響

硫化水素が発生している観測井戸脇及び覆土上に純水入りのボトルを置き、ポリバケツで覆い、一定期間放置後の水質を調べた。観測井戸脇に設置した純水は一定期間放置後、弱酸性～酸性になった。密閉空間での実験であり、構造物の設置とは状況が異なるが、内部に廃棄物がある地盤の上に構造物を設置する場合、局所的な弱酸性雰囲気形成される可能性は否めないため、このような現場では、硫化水素等の腐食性ガスによる構造物への影響を考慮する必要がある。

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

共同研究機関：(国研)海洋研究開発機構(代表：石川洋一)、ほか2機関

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

埼玉県庁温暖化対策課と共同で、庁内に設置された適応策専門部会等を通じ、関係各課を対象に、埼玉県における温暖化やその影響に関する情報提供を行うとともに、温暖化影響情報に対する行政ニーズの把握を行なった。さらに、各課を対象に、既に顕在化している影響や、今後影響が懸念される程度、施策等の実施状況等を調査・整理した。

また、気候変動に関する論文・報告書や、DIAS(文部科学省データ統合・解析システム)に格納された気象庁地球温暖化予測情報第8巻気候変動予測データ、アメダスや国土交通省水文水質データベースなど、気候データを収集し、解析に着手した。また、d4PDF(地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース)のデータ収集にも着手した。

暑熱環境影響評価に関する取組としては、筑波大学日下研究室、海洋研究開発機構、長野県環境保全研究所とともに、暑熱ワーキンググループを立ち上げ、暑熱環境分野に関するモデル自治体のニーズ等の共有を進めるとともに、埼玉県内街区等を対象とした熱環境シミュレーションや気象観測の共同実施の準備を開始した。

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

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

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。ただし、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、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。また、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。そこで今年度は、CCFに含まれる震源パラメータの基本的性質について主に理論及び数値実験による検討を行った。

この検討の結果、微動の代表的な到来方位を推定することにより、簡略化された等価震源モデルを作成できるとともに、そのモデルを用いることで位相速度の概略値を推定できる可能性があることが示唆された。

広域測定網における大気汚染測定フィルターの再利用による光学的黒色炭素粒子の測定

(独)日本学術振興会科学研究費(平成25～27年度)

松本利恵(代表)

共同研究機関:北海道大学、(地独)北海道立総合研究機構環境科学研究センター、ほか8機関

1 研究背景と目的

黒色炭素(ブラックカーボン:BC)は、太陽光を吸収し大気を暖めて温暖化を推進し、気候に影響を与える物質とされている。また、多孔性の微小粒子のため、有害な微量汚染物質を取り込んで、長距離輸送され、その健康影響が懸念されている。本研究では、地方自治体の既存の全国観測網で得られた分析済の大気汚染測定フィルターを測定試料として再利用し、近年開発された光学的測定法によりBC濃度を測定する。この方法により、新たな機材や多くの労力を使わずに、全国のBCの挙動を明らかにすることを目的としている。

2 方法

調査地点は、全国17地点(利尻、札幌、天塩、母子里、摩周、加須、市原、佐倉、名古屋、射水、香北、隠岐、蟠竜湖、海南、大宰府、大里、辺戸岬)である。これらの地点ではフィルターバック法(FP法)による水溶性の粒子およびガスの大気濃度測定を、1週間または2週間単位で通年で実施している。水抽出後の粒子捕集用PTFEフィルターを各地から収集し、積分球を用いてフィルターの黒色度(吸光度)を測定した。この吸光度と札幌において並行測定した石英ろ紙捕集・熱分離・光学補正法によるBC捕集量の測定結果の関係を検量線としてBC濃度を決定した。

3 結果

BC濃度は、都市部またはその近郊では、周囲の発生源の影響が大きかった。関東地方では、秋～初冬に高濃度になり、気象要因とバイオマス燃焼の影響が考えられた(図1)。

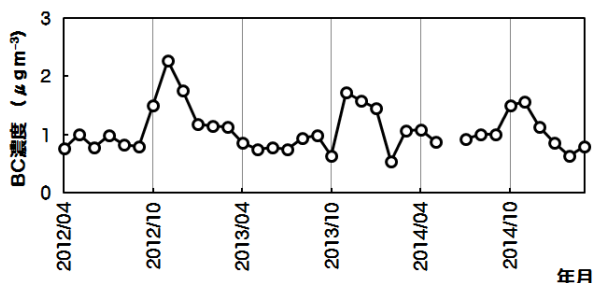


図1 BC濃度の推移(加須)

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、ほか6機関

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バック法(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を開発を行う。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

測定法開発は、利尻、札幌、加須、富山、豊橋、神戸および辺戸の7地点で、沈着量調査は新潟、海南を加えた9地点で実施する。加須ではPM_{2.5}インパクタを使用したFP法と使用しないFP法の並行測定を8月から実施している。インパクタの使用によりNH₄⁺等の揮散を防ぐ効果があるかを確認する。また、パッシブサンプラーによりNH₃を測定し比較を行う。

3 結果

2015年8月から2016年2月までのインパクタの有無によるNH₄⁺濃度を比較した(図1)。加須では、この期間に大きな違いはみられなかった。

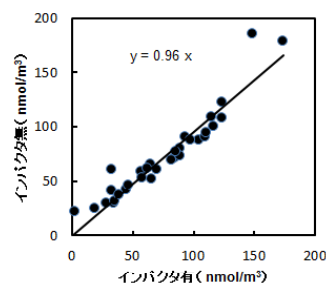


図1 インパクタの有無によるNH₄⁺濃度の比較(加須)

中国における石炭燃焼由来のPM2.5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

中国ではエネルギーの多くを石炭に依存している。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、肺がん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の磁性成分に着目し、磁性成分の物理化学特性と生物活性を調べることで、肺がん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PM2.5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。採取した粉じん試料を磁束密度1.2 Teslaのネオジム磁石を用いて磁気分離し、磁性フラクション(MF)および非磁性フラクション(NMF)の金属分析を行った。なお、本試料は、更に中国上海大学にて物理化学特性および生物活性を調べている。

3 結果

まず、両地点で採取した粉じん試料に磁気分離を行った。図1に全粉じん(TPM)に対するネオジム磁石に付着した磁性フラクション(MF)の比率(MF/TPM)を示す。採取場所によって、低値を示す試料もあったが、一般の粉じんではMF/TPMは数%以下であるのに比べて非常に高い値を示した。

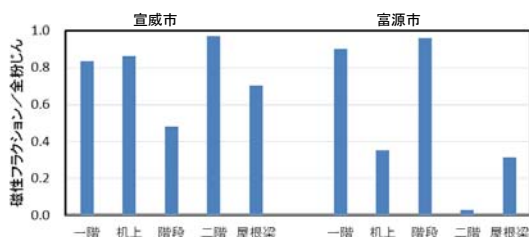


図1 各試料の磁性フラクション(MF)/全粉じん(TPM)

高い磁性フラクション比の試料に含まれる元素には、以下の傾向が見られた。

高MF比: Na, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Cd, Pb

低MF比: Mg, Al, Ca, Rb, Sr, Cs, Ba

また、Znは宣威>富源、As,Seは宣威<富源となった。

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: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

PM2.5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PM2.5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PM2.5濃度低減対策を提案する。

2 内容

本研究では、有機分子マーカーとC-14同位体の分析が必須であり、フィルター面積当たりのPM2.5採取量をできるだけ多く確保する必要がある。そこで今年度は、ナノサンプラとハイボリウムサンプラによるPM2.5の同時採取を行い、本調査に対する適性について検討した。

また、これまで自主研究等において、フィルター上に捕集したPM2.5に含まれる有機マーカーのうち、バイオマス燃焼の指標となるレボグルコサン、BVOC由来の二次発生の指標となる2-メチルテロール及びピノン酸について、シリル化-GC/MSによる精密分析手法を構築してきた。本課題では、これらに加え、分析対象をさらに化石燃料起源の二次発生の有機マーカーであるマロン酸やコハク酸、フタル酸等について確立するため検討を行った。

東南アジアにおける水銀利用による環境汚染の回復と持続的産業発展に関する研究

(独)日本学術振興会科学研究費(平成25～27年度)

王効挙

共同研究機関:秋田大学(代表:高樋さち子)、日本大学、
インドネシア・国立ガジャマダ大学

1 研究背景と目的

小規模金採掘場の水銀使用による生態環境の汚染と人の健康被害が深刻化している。本研究では、東南アジアにおける小規模金採掘の水銀利用による自然環境への影響と汚染からの回復の究明および安全・安心生活のための健康被害の回避策・地域産業発展という2側面のアプローチから現地調査を実施する。当センターは、金採掘地域における土壌、水質などの水銀汚染の調査及び資源植物を活用した水銀汚染土壌修復手法の検討について、共同研究を進めている。今年度は、金採掘場における水銀による環境汚染の実態とその空間分布及び資源植物による汚染土壌修復現場の調査を行った。

2 研究調査方法

小規模な金抽出工場が数多く存在しているスンパワ島のSeran地域(S08°39'49", E116°52'39")を例として調査を行った。調査地域の60～70%の住民が金の採掘や抽出作業などに従事している。金の抽出には水も必要とするため、金抽出工場は水源に近い場所に設置されている。代表的な金の抽出工場の作業及び水銀利用実態を把握した上で、土壌、廃水、底質などの水銀汚染実態を調査した。また、繊維に使われている多年生のラミー(*Boehmeria nivea*)を用いた水銀汚染土壌の修復予備試験現場を調査した。

3 結果

小規模の金製錬工場周辺で採集した土壌試料中の水銀の平均濃度は51.2mg/kgであり、日本の土壌汚染対策法基準値(15mg/kg)を大幅に超過した。濃度範囲は0.6～226.1mg/kgであり、工場からの距離が長くなるほど濃度は概ね低下する傾向が見られた。金を抽出した後の鉱物の残渣(tailings)中から非常に高い濃度の水銀(717mg/kg)が検出された。また、廃水中の水銀濃度は0.03mg/Lであり、日本の環境基準値(0.0005mg/L)を大幅に上回った。資源植物による水銀汚染土壌の修復試験について、ラミーが水銀汚染土壌に良好的に生育しており、汚染土壌を修復するとともに、浄化後の植物は繊維に利用することで現地産業や低炭素社会形成への寄与が期待される。

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。水稻では籾数の多い品種などのようなシンク容量が大きい品種でCO₂による増収率が高い傾向があり、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を小型オープントップチャンバー(OTC)を用いた暴露実験をH27・28年の2作期で実施し、水稻の収量等への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、O₃とCO₂の単独および複合影響の品種間差異が発現する要因を調べることを目的とする。本年度は暴露試験実施1年目にあたる。

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添加による有意な収量影響は認められなかった。一方、O₃による収量の低下は認められ、その低下程度に品種間差も認められ、収量構成要素への影響も品種によって異なる点もあった。また、O₃とCO₂の複合影響は全品種において認められなかった。今後は、本年度の結果を踏まえ、2作期目の暴露実験を実施し、総合考察を行っていく予定である。

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)、ほか6機関

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、特にイタチ科動物とイヌ科動物を対象として生物間相互作用や生息地に対する人為的干渉および土地利用変化の影響に関して、日本およびヨーロッパでの比較研究を担当する。本年度はイヌ科動物の食性や生物間相互作用に対する人為的供給資源の影響を把握することを目的とした。

2 方法

ブルガリア中央部に同所的に生息する2種のイヌ科動物(アカギツネ *Vulpes vulpes* と キンイロジャッカル *Canis aureus*) について、狩猟によって捕獲された個体の胃内容物分析を行った。各餌種の利用度を、一般化線形混合モデルを用いて種間比較した上で、食性ニッチの重複度を解析した。

3 結果

アカギツネはネズミ類の採食頻度が高かったが、キンイロジャッカルは中・大型動物の採食頻度が高く、2種の食性には顕著な違いが見られた。キツネはげっ歯類捕食者と考えられたが、キンイロジャッカルは家畜の屠殺残滓やイノシシやシカ類などの狩猟残滓を主に採食する死肉食者と考えられた。また、2種の食性には有意なニッチ重複度は見られなかった。以上より、潜在的な競争種である2種が同所的に生息する場合でも、人為的供給資源が利用可能であったために餌資源を巡る種間の直接的な競争が観察できなかったと考えられた。しかし、野生動物による人為的供給資源への依存は、集落周辺への出没増加や定着の原因となる。人間と野生動物との軋轢を回避するためには、人為的供給資源の適切な管理(残滓の不法投棄抑止や埋め立て)が必要である。

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)、ほか4機関

1 研究背景と目的

本研究は、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を予測するとともに、将来の人口減少シナリオ下における実効的な管理体制を提言することを目的とする。当センターは、関東・中部の人口密集地とその辺縁地域を主な対象として、先行事例や既存資料の分析を通じて野生動物の管理体制や管理の担い手育成方策の検討を担当する。本年は、対象地域の人口動態の将来予測に関する既存データを整理し、集落無人化等により野生動物問題が激化する地域を検討した。また、将来の野生動物管理の担い手育成の方策を検討するための基本情報を得るために、過年度に実施した岐阜県の狩猟者アンケート調査の分析を行った。ここでは、狩猟者アンケートの分析結果について報告する。

2 方法

アンケートは2012年～2014年の3年間に狩猟免許受験者に対して免許試験会場でアンケートを配布し、その場で回収したものである。各質問項目について集計したうえで、狩猟に対する考えと狩猟免許受験者の属性等の関係性を解析した。

3 結果

3年間で768名から回答を得た(回収率73.6%)。集計の結果、現在は鳥獣被害対策を目的として、特に罫免許を取得する受験者が多かった。有害鳥獣捕獲への参加や捕獲技術の習得に対する要望が高かったことから、有害鳥獣捕獲への参加要件の拡充や捕獲技術に関する講習会開催などを通じて新規狩猟者が狩猟活動に参加しやすい状況を整えることが必要であると考えられた。また、狩猟免許受験者の狩猟に対する態度に関する解析から、自身の所有農地で鳥獣害を受けている比較的高齢の受験者では、狩猟に対して消極的な態度が強いという傾向が明らかとなった。以上の解析結果を踏まえて、野生動物管理の担い手として狩猟者が果たす役割について検討した。

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。

初年度は、3自治体の不燃ごみから、化粧品、医薬品等の抜き取り調査及び容器内の残存量の調査を実施した。

2 方法

調査は次のように実施した。

- ①製品種別の分類、②重量測定、③内容物の簡易除去(重力または押しつぶし)、④完全除去(洗浄、ふき取り)、⑤重量測定

3 結果

A自治体で回収した製品種別を図1に示した。

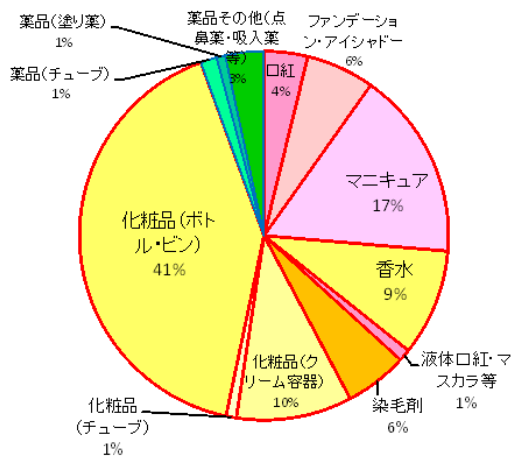


図1 A自治体不燃ごみ中の対象製品の分類(wt%)

4.2トンの不燃ごみから、約30kg(722個)の対象製品を回収した。これらの容器内には、内容物が約2.7kg(4.2トンの0.06wt%)あった。

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、我が国における最終処分場(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、特定の廃棄物を埋め立てたテストセルを構築し、内部の水質やガス組成、温度などのモニタリングと、比抵抗探査や電磁探査といった物理探査による非破壊モニタリングを行う。

2 調査内容

本年度はテストセル構築のための基礎的検討として、埋立地に埋め立てられる廃棄物からの化学物質の溶出特性を把握するためのカラム試験を行った。

埼玉県内で稼働中の3つの埋立地(A~C)から、搬入時に採取した廃棄物を用いてカラム試験を行った。塩ビ製のカラム(内径100mmφ)に充填した廃棄物(充填高さ20cm)に精製水を通水し、一定時間ごとに採取した流出水中の化学物質濃度の測定を行った。

3 結果

カラム試験の結果、以下の傾向が確認された。

- ・通水後にpHが上昇し、アルカリ性が長期にわたり維持された。また、焼却灰や飛灰固化物を含むB、C埋立地ではより高アルカリ性を示す結果となった。
- ・通水初期にECのピークが現れ、その後は急速に減衰した。
- ・A埋立地において焼却灰と不燃残さの混合割合によるピーク位置への影響は見られなかったものの、イオン溶出量では焼却灰の混合割合による寄与が見られた。

これらの結果より、焼却灰の混合割合が小さくなりつつある現在~今後の埋立地においては溶出ポテンシャルは低下していく可能性が示された。しかしながら、不燃残さ中の残存有機物などの影響も注視していく必要があると考えられる。

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

県内35河川38地点の河川水のPFOS、PFOA及びそれらの前駆物質等の濃度(PFCs)を把握し、過去の調査結果と比較した。また、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、1年間にわたる長期生分解試験を実施中であり、この間にPFOS等の生成割合の変化を把握した。

3 結果

河川水の幾何平均濃度を2013年度の調査結果と比較すると、PFOSは3.7ng/Lから1.9ng/Lに、PFOAは7.7ng/Lから3.6ng/Lに減少した。また、PFOAの前駆物質である8:2 FTOHの検出割合は61%から0%に激減した。一方、PFOS、PFOAのフッ化アルキル基の数が異なる物質(PFBS、PFHxS、PFPeA、PFHxA、PFHpA、PFNA)も38地点中25~37地点で検出されたが、それらの濃度は総じてPFOS、PFOAよりも低かった。

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、28、56、84、112、140、168、196、224日目それぞれ1.4、3.9、9.6、18.8、47.1、55.3、60.9、57.7ngのPFOSが生成した。室内実験ではあるが、河川環境試料を用いた条件では、長い時間をかけてPFOSの前駆物質が生分解によりPFOSに転換することがわかった。現時点では約7割(モル濃度あたり)のN-EtFOSEがPFOSに転換しており、今後は336日目まで観察を継続する予定である。

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)、ほか3機関

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 進捗状況

昨年度に引き続き、当センターでは、大気試料の採取およびそのGC-HRTOFMSによる測定を行っている。併せて、同採取期間中におけるダイオキシン類濃度の測定も行っている。また、標準物質のGC-HRTOFMSによる測定も行い、精密質量データの蓄積を進めている。さらに、GC×GC-HRTOFMSによる測定を行うための大気試料および水試料を採取し、研究代表者が精密質量データの蓄積を進めている。

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)、養毛康太郎

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、分解物等も測定対象とする分析法を開発する。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、流入下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 進捗状況

先行研究での8化合物と併せて他の化合物も測定できるように分析法を改良した。先行研究で検出率が低かったニテンピラムとチアクロプリドのそれぞれの分解物である*N*-(6-クロロ-3-ピリジルメチル)-*N*-エチルホルムアミドとチアクロプリドアミド、尿中からの検出例があるアセタミプリドの代謝物であるデスメチルアセタミプリドを追加することとした。

下水処理場の排水中のネオニコチノイド系殺虫剤7化合物とフィプロニルの濃度を測定し、これらの検出を確認した。河川水と同様にジノテフランが他の化合物より濃度が高くなる傾向がみられた一方で、河川水に比べてフィプロニルの濃度が比較的高い濃度で検出されることを見出した。このように、放流水と河川水での化合物濃度比に差異がみられたことから、非負値行列因子分解による汚染源解析の可能性が示唆された。

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。この内、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。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雲南省(期間:2015年6月~11月)、アフマダーバード(インド北西部、期間:2016年1月~進行中)、チェンナイ(インド南東部、期間:2016年2月~進行中)の3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(冷暗所)に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(代表)

共同研究機関:富山大学、ほか3機関

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が、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である。本研究は二枚貝の保全を目的として、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ている。

2 方法

当センター生態園に設置したダイライト水槽(容量1,000L)2基(水槽A、B)を用いて、2015年4月下旬から10月末までの6ヶ月間、給餌実験を行った。実験に用いたイシガイ科イシガイ(*Nodularia douglasiae nipponensis*)は、富山県氷見市内の水田地帯を流れ、灌漑用水路として利用されているY川から、24個体(平均殻長約30mm)を2015年4月下旬に採取した。水槽には、底質として砂や土などは用いなかった。給餌用の微細藻類は、国立環境研究所から分譲された緑藻(*Chlorella vulgaris*, NIES-227株)および珪藻(*Cyclotella meneghiniana*, NIES-805株)を実験室で大量培養して、給餌した。また、培養クロレラを継続して給餌した水槽Bに対して、水槽Aでは8月から、市販クロレラパウダー(エメラルド、デサン社製)を用い、効果を評価した。

3 結果

イシガイの実験開始時および実験終了時(190日後)における平均殻長は、それぞれ水槽Aでは30.9mmおよび33.1mm、水槽Bでは31.5mmおよび32.0mmだった。このことから、培養クロレラから途中で市販クロレラパウダーに切り替えた水槽Aにおいて、培養クロレラのみを給餌した水槽Bに対してイシガイの殻長の増加(成長量)は、同等またはそれ以上であったと考えられた。イシガイの餌源として微細藻類を定量的に評価するにあたって、藻類の給餌量が培養量に依存するため、継続した大量培養が課題であった。本実験では、イシガイの殻長の顕著な増加は見られなかったものの、市販クロレラパウダーが培養クロレラを代替できる可能性が示されたと考えている。

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一方、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。埼玉県内の河川においても広範囲で検出されているが、水生昆虫に対する影響についての情報は不足している。一方、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が濃度を把握する方法として実態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の確立及び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いる。

2 方法

パッシブサンプリングでは、吸着剤に吸着した量からSampling rate (R_s)を用いて水中の時間平均濃度を求めるため、本研究で用いるウォーターズ社製Oasis HLBに対するネオニコチノイド系殺虫剤の R_s 値の新たな算出方法の検討を行った。また、水生昆虫が生息して、かつ対象農薬は検出されない地点として選定した大阪府内南部の河川において、河川に人工的なすみを設置し、定量的な水生昆虫生息実態調査方法の検討を行った。

3 結果

ネオニコチノイド系殺虫剤では、吸着剤からの脱着を無視することができず、特にジノテフラン、ニテンピラム、アセタミプリド、チアマトキサムの時間平均濃度を得るためにパッシブサンプラーの設置に適切な期間は、3~4日間程度と短かった。チアクロプリドとイミダクロプリドは、脱着の影響が比較的に小さいと考えられ、さらに長期間設置が可能と考えられた。

大阪府の大和川水系のS川上流部において、河床と設置したコンクリートブロックでは、優占する水生昆虫の組成が概ね一致した。ブロックを用いて礫をすみかとする水生昆虫の定量的調査が可能と考えられた。また、本方法により電導度でみた水質が異なると、種組成の変化が確認された。

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、王効挙
共同研究機関:東北工業大学、ほか2機関

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。また、産業や生活排水等による河川の水質汚濁が問題となっており、環境教育により河川の大切さを理解することは、持続的な水環境保全のために友好な手段である。そこで、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環境教育の試験的授業を行った。また、山西省晋城市を流れる沁河において、児童を対象にした水生生物調査の実施場所の選定調査を行うとともに、河川近傍の小学校を訪問し、環境学習に対する協力要請を行った。

3 結果

東北工業大学山田教授が桃園小学校5年生約50人を対象にした環境学習の模擬授業を行った。一部の生徒には、川の汚れの原因や汚れた水をきれいにする凝集や吸着の原理を学ぶ実験を実際に体験してもらった。生徒たちにとっては初めての経験であったこともあり、実験に対する関心の高さが印象的であった。また、水質を化学的に調べる簡便な方法として、CODバックテストを生徒全員に体験してもらうとともに、水生生物を使った調査方法があることを紹介した。生徒全員に行ったアンケート調査結果では、川で遊ばない理由として、親や学校で禁止している回答が多かったことについては、我が国と類似していた。

晋城市沁河から近い場所にある小学校へ環境学習実施の提案のため訪問し、校長先生へ説明を行った。凝集沈殿や吸着など水処理の原理を学ぶと共に、水質の簡易検査、水生生物を用いた調査法があることを提案した、先に行った桃園小学校の授業風景を交えて説明したところ、校長先生もたいへん興味を持ち、協力の快諾を得た。

放射光鉄形態解析を利用した鉄電解型浄化槽におけるリン除去の制御

(独)日本学術振興会科学研究費(平成25~27年度)

見島伊織(代表)

1 研究背景と目的

鉄電解法を組み込んだリン除去型の浄化槽が開発され、家庭用浄化槽として使用されている。鉄電解法は、好気槽に浸漬させた鉄板に直流電流を通電することで鉄を溶出させ、凝集によってリンを除去可能とした方法である。実際の浄化槽では、適正な運転をしているにもかかわらず、赤茶色い酸化的な環境、黒みがかかった還元的な環境などが見受けられ、Feとリンの反応機構にも差異があると考えられる。一方、放射光技術であるXAFS(X-ray absorption fine structure)測定とその解析を行うことで、対象とする原子の結合形態についての情報を得ることができる。これらのことから本研究では、既存浄化槽の水質調査および好気槽汚泥のXAFS解析を行い、リン除去との関連を考察することとした。

2 方法

鉄電解法を組み込んだ53基の既存のリン除去型浄化槽を調査対象とした。調査では、循環水量などを測定するとともに処理水槽から採水を行い、各種水質項目を測定した。別途、逆洗により好気槽汚泥を採取し、乾燥させた後にXAFS測定に供した。Fe₃O₄や α -FeOOHなどの標準物質についてもXAFSスペクトルを得て、試料のスペクトルとパターンフィッティングすることで、好気槽汚泥中の鉄の結合形態を解析した。

3 結果

循環水量や使用人員に対する電解目盛りのような維持管理に関わる運転項目が適正に設定されていない浄化槽が見られたが、全体としてBOD、SS除去は良好であった。処理水のT-Nに占めるNO₃-Nの割合が平均で70%程度であったことから、窒素除去においては脱窒が律速になっている場合が多いことが示唆された。処理水PO₄-Pは平均で1mg/L程度であり、鉄電解によりリン除去が進行していることが確認された。処理水質の解析の結果、リン除去への影響因子として水質ではDOC、運転条件では循環比がリン除去と高い相関があった。このことはDOCと鉄との錯体形成や嫌気槽への鉄含有汚泥の分配量の低下によるリン除去の悪化が示唆された。3施設から採取した鉄含有汚泥はオレンジや黒色を帯びていた。これらの汚泥のXAFS解析の結果、リン除去が良好な場合に α -FeOOHの割合が高かった。よって、浄化槽汚泥中の鉄の形態解析はリン除去の評価指標として有用であることが示唆された。

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 s)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

下水処理水が流入する3つの河川(河川A、河川B、河川C)を選定し、それぞれの河川において、上流、下水放流口、下流で採水した。現地にて水温、pH、DOを測定し、水試料を実験室に持ち帰り、各態窒素、溶存 N_2O (DN $_2O$)、Chl.aを分析した。一連の採水および分析は平成27年12月、平成28年2月に行った。

3 結果

いずれの河川においても12月より2月のDN $_2O$ が高い傾向があった。また、河川Bの下水処理水にて本調査で最高濃度である25 μ g/L程度のDN $_2O$ が観察された。また、DN $_2O$ は上流より下水処理水が高濃度であり、下水処理水は河川のDN $_2O$ を増加させることが明らかになった。一方で、河川Cにおいては、下水処理場で高度処理が行われており、処理水の窒素濃度が低かった。下流においては NH_4^+ が低く、 NO_3^- 濃度が処理水と同程度であったにもかかわらずDN $_2O$ は、下水処理場よりも高かった。よって、下水処理水以外の窒素負荷に由来する N_2O の生成が疑われた。今後は、底泥からの溶出試験や分子生物学的な分析を行い、DN $_2O$ 生成の経路などを検討する予定である。

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生理学的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、埼玉県内河川を対象とし、この浮遊細菌がどの程度普遍的に存在しているのか、またそれらはどのように季節変動するのかについて、これらを簡便かつ高感度で検出することが可能な培養法を用いて検討を行った。

2 方法

前年度に行った埼玉県内の10河川15地点の試料を対象に、高感度培養法により検出された浮遊細菌群の中に含まれるIRD18C08クラスターに属する浮遊細菌の割合を解析した。

次に、そのうち1河川を選択し、同じく高感度培養法で得られた菌株の16SrRNA遺伝子解析による同定を隔月で行い、それらの季節変動を調べた。なお、高感度培養法では、GF/Fでろ過した濾液100 μ LをMR2A寒天培地上に塗抹し、得られたコロニーのうち20個程度をランダムに選択し、遺伝子解析による同定作業を行った。

3 結果

埼玉県内河川の15地点のうち、1地点を除く14地点からIRD18C08クラスターに属する浮遊細菌が検出され、平均すると高感度培養法で検出された全浮遊細菌の45.5%を占めていた。1河川を対象とした季節変動の解析では、水温の下がる冬期においては全体の5~30%程度であるが、春期から秋期にかけては、50.0~63.1%を占めていた。IRD18C08クラスターに属する浮遊細菌は、河川中に普遍的に存在し、特に高水温期にその割合が高くなることが明らかとなった。

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、更には自然地層に含まれる砒素の化学形態分析などを実施することにより、砒素に代表される自然由来汚染を低減化するために最も適切な地下水・地盤管理手法を検討する。

2 結果と考察

本年度は、地盤沈下が進行する地域を具体的に把握することを目的として、平成18年から23年まで運用された「だいち1号」の合成開口レーダにより得られたデータを使用して差分干渉処理を実施し、以下の事が判明した。春日部市から越谷市にかけての地域では、平均地盤変動速度が10mm/yearを超える沈下集中域が存在し、その分布は最終氷期極相期において開析された埋没谷の分布と概ね一致することが判明した。この沈下傾向を示す領域は帯状に蛇行した平面的な分布範囲を示しており、標高-30～-50mの深度に位置する地層が当該地域における地盤沈下に影響していることが示唆された。なお、これらの沈下傾向を示す地域は、平成27年9月に発生した関東・東北豪雨や平成25年10月に発生した26号台風により冠水被害を発生した地点と一致していた。このことから、本解析結果は今後の浸水被害軽減に向けた貴重な基礎資料となることが期待された。

鉄酸化物分別溶解法を用いた土壌から地下水への砒素溶出メカニズム解析手法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成25～27年度)

石山高(代表)、八戸昭一、濱元栄起

1 研究背景と目的

砒素による地下水汚染は、日本のみならず世界各地で大きな環境問題となっている。この汚染に適切に対処するには、汚染メカニズムの解析が不可欠である。

本研究では、鉄酸化物分別溶解法を適用した土壌から地下水への砒素溶出メカニズム解析手法を開発した。

2 実験方法

埼玉県中西部地域(砒素による地下水汚染が確認されている)で掘削採取した地質試料を分析に使用した。地質試料掘削後の掘削孔は、観測用井戸として活用した。

鉄酸化物分別溶解法としては、塩化ヒドロキシルアンモニウム抽出法(改良BCR法)、酸性シュウ酸塩抽出法(Tamm法)及びジチオナイトークエン酸塩還元抽出法(DC法)を使用し、砒素溶出メカニズム解析手法としての適用性について検討を行った。

3 結果と考察

砒素と鉄の抽出量の関係を調べた結果、DC法で良好な相関性が得られた($r^2=0.85$)。この結果は、当該地域の砒素汚染は鉄還元型であることを示している。一方、改良BCR法では、砒素と鉄の抽出量は低く、相関性もほとんど認められなかった($r^2=0.29$)。塩化ヒドロキシルアンモニウムはジチオナイトに比べると還元力が弱く、抽出された砒素の一部が残存した鉄酸化物に再吸着したため相関性が低くなったものと考えられる。Tamm法ではDC法と一致した砒素抽出量が得られたが、砒素がほとんど吸着しない磁鉄鉱も抽出するため、DC法に比べて鉄抽出量は約2倍となった。Tamm法では地質試料に含まれている磁鉄鉱の多少により、砒素と鉄の相関関係が大きく低下する可能性が考えられる。本研究の結果、砒素溶出メカニズムの解析手法としてはDC法が最適であることが明らかとなった。

観測用井戸の水位変動を観察したところ、当該地域は春から初夏にかけて約5m水位が低下した。この時期は田植えの時期に相当することから、水田用灌漑用水の利用が水位低下の原因と考えられる。この水位の低下により、帯水層直上のシルト層から地下水中へ鉄と砒素が絞り出された結果、砒素汚染が引き起こされたことが判明した。

関東平野における地下熱汚染の把握と将来予測 (独)日本学術振興会科学研究費(平成24～27年度)

濱元栄起(代表)

1 研究背景と目的

地球温暖化によって最近100年間で世界的な平均気温が約0.7℃上昇している。とくに都市部では、ヒートアイランド現象による影響が加わり、温度上昇率が高い(例えば東京都心で約3.5℃)。さらに気温だけではなく地下も温暖化していることがわかってきた。また、地下温度が上昇すると地中の微生物環境や水質への悪影響等も懸念されている。そこで本研究では、関東平野における「地下の熱汚染」について現状把握することを目的として調査を実施した。

2 方法

地下の熱環境を調べるもっとも直接的な方法は、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。世界最大規模の都市圏を有する関東平野でも都心から離れた地域まで地下熱汚染が広がっていることが推察される。

3 結果

2013年度、2014年度に引き続き、東京都心(東京都文京区)の観測井で、地下温度の再計測を実施した。

さらに関東平野中央部(川口、八潮、三芳、熊谷)において地下温度を再計測した。

本研究期間に測定した温度分布(2014年度)と11年前に測定した温度分布(2003年度)を比較すると多くの地点で地表から約50mまでの深さの温度が上昇していることが確認された(図1)。このような現象は関東平野中央部の広い地域で見られることが分かった。現在も地表面の温度上昇は続いていると考えられ、将来的にも地下温度上昇すなわち地下の温暖化は進行する可能性があることが示唆された。

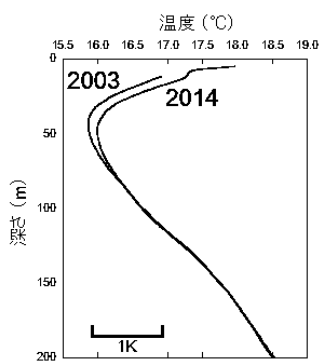


図1 温度分布比較

オゾン、VOCs、PM_{2.5}生成機構の解明と対策シナリオ提言共同研究プロジェクト

(独)科学技術振興機構地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)(平成22～27年度)

長谷川就一

共同研究機関:愛媛大学(代表:若松伸司)、ほか9機関

1 目的

本課題は、オゾン(O₃)とPM_{2.5}の濃度が世界的に最高レベルにあるメキシコにおけるO₃、VOC、PM_{2.5}の生成機構の解明や曝露量の把握により、大気汚染対策シナリオを提言することを目的としている。メキシコ側の主たる研究相手機関は、メキシコ環境・気候変動局(INECC)である。

2 課題の概要

本課題は6つのワーキンググループ(WG)で構成している。

WG1:オゾンの立体分布観測による動態解明/WG2:VOC成分測定システムの構築と観測による動態解明/WG3:PM_{2.5}成分測定システムの構築と観測による動態解明および発生源寄与推計/WG4:大気汚染曝露濃度の把握とリスク評価/WG5:大気汚染モニタリングデータの解析および大気汚染モデルの構築と解析/WG6:大気汚染対策シナリオの策定

当センターはWG3に参画しており、フィールド観測におけるPM_{2.5}試料採取、炭素・イオン・金属成分の分析、測定・分析データの解析などについて、メキシコの研究者を指導しながら共同・協力して進める。

3 結果

これまでにメキシコ市において連続観測、グアダハラ市及びモンテレー市において集中観測を行い、PM_{2.5}の質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分のデータを得た。また、大阪府堺市でも同様の装置を用いた通年観測を行った。これらの観測結果を基に、日本とメキシコのPM_{2.5}を比較した。堺では硫酸塩や有機炭素成分の割合が高いが、これらはメキシコの3市でも同様であった。しかし、メキシコの3市では、それに加えて地殻(土壌)成分の割合が高かった。また、メキシコ市とグアダハラ市では元素状炭素の割合も相対的に高かった。これらの結果から、PM_{2.5}低減策として、ガソリンの硫黄分低減、車両の排ガス規制、石灰採石場からの粉塵や道路粉塵の発生・飛散抑制などが考えられた。

スリランカ廃棄物処分場における地域特性を活かした汚染防止と修復技術の構築

(独)科学技術振興機構地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)(平成23~27年度)

長森正尚、渡辺洋一、磯部友護

共同研究機関:埼玉大学(代表:田中規夫)、ほか7機関

1 研究背景と目的

スリランカにおける廃棄物の最終処分は、現在オープンダンプと呼ばれる地面に積み上げる方式が主流である。しかし、環境や人への影響を考慮すると、衛生埋立方式に切り替える必要がある。他方、狭い国土にもかかわらず降水量の地域差が大きいこともあり、気候条件にあった処分場の設計が今後は必要になる。当機関は廃棄物処分場及びその周辺域の汚染状況モニタリングを中心に担当しており、実処分場の現状把握を第一の目的として活動している。

2 方法と結果

湿潤及び乾燥地域の既存処分場内外に観測井を設置し、水及びガスを平成25年4月から約2年間にわたりほぼ毎月モニタリングした。併せて、各分析項目の標準分析手順書(SOP)を作成し、分析データの精度管理を進めた。

乾燥地域の処分場では場内観測井が1つ壊れたことも要因であるが、保有水・地下水ともに2年間採取できなかった。ガス組成としては、メタン及び二酸化炭素の濃度が約1%及び約10%で推移しており、廃棄物層内への空気の侵入による残存有機物の好気性分解が少しずつ進行していた。

湿潤地域の処分場では、保有水や地下水中の有害化学物質は非常に低濃度で推移していた。他方、汚濁等の指標であるBOD値や電気伝導率も2年間で急激に低下しており、廃棄物由来の有機性・無機性物質の降雨による洗い出しが速いことが分かった。降水量の約84%が浸出水として生成された解析結果も得られた。なお、メタン及び二酸化炭素等の埋立地ガスの濃度も急激に低下していた。

モニタリングデータの解析を進めるとともに、小規模フィールド試験による汚染防止技術の効果を確認した。スリランカの廃棄物最終処分場を維持管理するためのガイド策定に向けても、本研究で得られたスリランカ廃棄物管理の現状調査、既存処分場の環境モニタリング、処分場の適地選定手法、並びに環境汚染防止技術を盛り込んだガイド(案)の内容をワークショップにて示した。

有機炭素分析を利用したPM_{2.5}の発生源寄与推定の高分解能化

(公財)鉄鋼環境基金(平成26~27年度)

長谷川就一(代表)

1 背景と目的

大気中の微小粒子状物質(PM_{2.5})の環境基準達成率は低い状況であり、濃度低減と環境基準達成率の向上への対策を早急に検討しなければならない。そのためには発生源寄与を把握することが急務だが、発生源寄与推定に用いる各種発生源粒子の成分組成(発生源プロファイル)に必要な指標成分が不足している。有機炭素成分(OC)は多様な発生源があり、またPM_{2.5}における質量割合が相対的に大きい。OCは熱分離・光学補正法により複数の温度帯(フラクション)に分けて分析されているが、現状ではこれらを発生源寄与推定によく活用できていない。そこで、本研究では、熱分離・光学補正法により得られるOCフラクションを、発生源の指標として有効活用するため、既知物質の分析によってOCフラクションプロファイルを作成し、それを用いた大気観測試料の発生源寄与推定を検討した。

2 結果と考察

発生源が想定される有機成分の標準物質や純物質(34物質)を熱分離・光学補正法により分析した。それらのOCフラクションをクラスター分析を行った結果、7つに分類された。このOCフラクションプロファイルを用いて、CMB(Chemical Mass Balance)法により大気試料のOCの発生源寄与割合の推定を試みた。大気試料は石英繊維フィルターに捕集するが、これはガス状OCも吸着してしまうため、OCを過大評価し、各フラクションに含まれる有機成分にも影響を及ぼす。このため、デニューダを用いることでガス状OCの影響を抑えて採取した。試料採取は加須において日単位で行い、各季節の平均フラクション割合を推定に用いた。その結果、四季すべてで寄与があり、割合も大きかったのはフルボ酸であった。また、バイオマス燃焼の指標となるレボグルコサンが含まれるグループが秋季・冬季に寄与が出た一方、高沸点のアルカンやPAHのグループが春季・夏季に寄与が出ており、またシュウ酸も夏季に小さいながらも寄与が出ていた。これらは、既存の濃度測定データや気象条件などから見られる傾向と整合的であると考えられた。このため、本手法によって、PM_{2.5}中OCの発生源寄与割合を推定できる可能性が示された。

複数の降水量データを用いたアジアモンスーン域の各地域(インドシナ半島、海洋大陸など)での降水量変動の特徴の理解

(国研)宇宙航空研究開発機構 第7回降水観測ミッション(PMM) 研究公募(平成25~27年度)

原政之

共同研究機関:首都大学東京(代表:高橋洋)、ほか1機関

1 研究背景と目的

世界の多数の機関から降水量プロダクトが提供されているが、それぞれの降水量データの特性と相互の違いについては、理解が不十分である。また、水蒸気データも同様に、複数のプロダクトの相互比較が十分に行われていない。そのため、本研究全体では、全球の降水量変動と大気水循環の変動の把握のため、複数プロダクトの相互比較を行い、それぞれの特徴を調査する。共同研究としては、特にアジアモンスーン域の各地域(インドシナ半島、海洋大陸など)での降水量変動を明らかにし、降水の日変化のメカニズムの解明を目指すことを目的とした。

2 方法

降水量はTRMM 2A25 V7 Near Surface Rain(1998-2012年)、海陸分布はUSGS GLCC V2、標高はNOAA ETOPO1を、それぞれ等緯度経度格子化したデータを用いた。昨年度に引き続き、降水の日変化を見るために現地太陽時1時間ごとに格子化したデータについて解析を行なった。また、数値気象モデルを用いて理想化した状況下で実験を行い、そのメカニズムを調査した。

3 結果

熱帯域平均(通年)陸側で12-15LT、海側で3-6LTに降水のピークが見られた。また、積算降水量は海岸上で最大となった。陸上では、局地循環(海陸風、斜面上昇/下降風)と降水の関係や、局地循環によって発生したスコールラインの内陸への伝播などがこれらの日変化をもたらす要因として考えられるが、対流活動及び降水の日変化のメカニズムをより詳細に調べるため、数値気象モデルにより、境界条件として理想化した2次元地形や海陸分布を与え、数値実験を行った。その結果、観測でも見られた海岸で日中に発生した降水が夜にかけて内陸へ伝播するという日変化が、数値実験結果においても見られた。また、島の水平スケールによる日変化の差異について調査したところ、島のスケールが大きくなるほど島嶼中心部における降水量のピークとなる時刻が遅くなる様子が見られ、これは海風前線の侵入に大きく依存する事が分かった。

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)三菱総研社会ニーズ(安全・安心)・国際幹事等輩出分野に係る国際標準化活動(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、一部揮発性環状メチルシロキサンの毒性や生物蓄積性が指摘されており、欧米では揮発性環状メチルシロキサンについて優先的に詳細科学物質リスク評価が進められている。しかしながら、精度管理の保証された公定分析法の不在から、揮発性環状メチルシロキサンの環境中への排出量や環境中濃度分布に関する情報は限られる現状にある。そこで本事業では、揮発性環状メチルシロキサンについて、水試料分析法の国際規格化を行う。

具体的には、産業利用及び化学物質リスク評価の双方の観点から重要な4~6量体の揮発性環状メチルシロキサン(それぞれD4、D5、D6とする)を対象とする。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、パージトラップ抽出とガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)を用いる分析法を用いて、国内初となる環状シロキサンの水環境モニタリングを実施してきた。本調査研究では、これまで基礎検討してきた分析法をベースに国際規格を作成する。

2 研究進捗

パージトラップ抽出とGC/MSを用いる分析法をベースにした作業原案(WD)が、平成27年5月に国際投票により承認された。投票時に得られた各国からのコメントに対する適切な修正を国内委員会にて検討・精査し、次の作成段階となる委員会原案(CD)を作成した。平成27年6月に米国で開催されたISO/TC147(水質)会議にて本件の作業部会会議(WG72)を設け、各国関係者間でCD案の内容について議論した。これらの過程を経てWG72内でコンセンサスの得られたCD案を作成し、また国内審議団体と調整の上、平成27年7月にTC147事務局へ提出した。このCD投票の結果、提案規格が無事CD(ISO/CD 20956)として承認され、同年11月に参照段階として登録されるに至った。

環境分析法の規格化に必須である国際精度管理試験の準備として、試料の種類、検体数、配付方法等の試験内容についても併行して検討した。

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、大気汚染観測において韓国のバックグラウンド地域に位置づけられている。島中央のHalla山で、これまでPM_{2.5}やPM₁を採取し、成分を測定してきた。しかしながら、済州市内は日常的に自動車渋滞が見られ、更には近年、主として中国資本による大規模な開発も始まっている。本研究では済州地域の地域汚染の実態把握を行うことを目的とする。

2 方法

済州市内中心部において夏、冬にPM_{2.5}を採取した。また、比較としてこれまでと同様にHalla山でもPM_{2.5}を採取した。Halla山での試料採取は、中国、日本における試料採取と同期して行った。

炭素成分については済州市内(都市部)、Halla山(山間部)の試料をDRIカーボンアナライザで分析した。また、水溶性イオンはイオンクロマトグラフ法、金属元素成分はマイクロウェーブ酸分解後にICP/MSにより、山間部試料のみを対象として実施した。

3 結果

Halla山で採取したPM_{2.5}は夏季が11.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季が8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。済州市内(都市部)とHalla山(山間部)のデータが揃っている平成28年1月について、炭素フラクションの比較をした結果を図1に示す。

山間部と比較して都市部ではOCの割合が高いことが分かる。また、Char-EC/Soot-ECは山間部、都市部ともにほぼ同じであった。

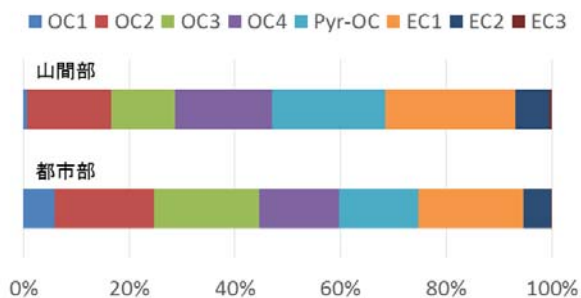


図1 済州島の都市部と山間部のPM_{2.5}中炭素フラクション