

## 7.2 外部資金による研究の概要

### 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 —埼玉県における温暖化の農業等に与える影響 把握手法の開発と評価に関する研究— 環境省環境研究総合推進費(平成22～26年度)

嶋田知英、米倉哲志、三輪誠、竹内庸夫  
共同研究機関:法政大学(代表:田中充)ほか2機関

#### 1 研究背景と目的

地域レベルの温暖化対策を推進するためには、地域の脆弱性を考慮した戦略が必要となる。しかし、現在、地域の温暖化影響すら十分把握されているとは言えない。そこで、地域性が高く温暖化影響を受けると考えられる農作物に注目し、温暖化による地域農作物への影響評価手法を開発するとともに、地域農作物に対する適応策を検討する。また、住民の適応策への認知の向上や適応策への取組みを促進するため、地域における温暖化影響情報の収集と整理、情報の提供を行うとともに、市民参加型温暖化影響調査手法を提案する。さらに、自治体温暖化対策施策に対する適応策の実装に関する検討も行う。

#### 2 方法と結果

##### 2.1 農作物に対する温暖化影響把握と適応策の検討

簡易加温チャンバーを用い水稻4種に対する高温処理実験を行った。その結果、「コンヒカリ」、「彩のかがやき」で収量低下が認められた。また、温暖化により濃度上昇が懸念される光化学オキシダントに対する薬物野菜の適応策検討では、オゾン被害度とSPAD値(葉緑素含量を示す値)との関係を調査した。その結果、ホウレンソウでは両者間に負の相関が認められ、オゾン感受性指標として利用できる可能性が示唆された。

##### 2.2 適応策の認知と温暖化影響モニタリングの検討

温暖化適応策に関する認知を知るため、新たに若年層を対象に加えアンケート調査を実施した。その結果、適応策の認知は世代間で大きな差があり、年齢が上がるほど適応策の認知は高くなることが分かった。また温暖化モニタリング手法の検討では、過去の生物季節情報を整理したところ、気温上昇とともに生物季節が変化した種もあったが、ほとんど変化のない種もあることが明らかとなった。

##### 2.3 県の適応計画推進の支援

県温暖化対策課と共同で、県の温暖化対策実行計画「ストップ温暖化埼玉ナビゲーション2050」の見直しを行い、改めて温暖化適応策を明確に位置づけ、手順やメニューを盛り込んだ。特に適応策の主流化と順応的推進を新たな視点として明示した。

### 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 —不確実性を考慮した農業影響および適応策の評価—

環境省環境研究総合推進費(平成22～26年度)

米倉哲志、三輪誠、嶋田知英

共同研究機関:(独)農業環境技術研究所(代表:石郷岡康史)、(独)農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所

#### 1 研究背景と目的

日本における温暖化の農業生産への影響評価はこれまで水稻を中心に行われてきたが、2010年夏猛暑により野菜の出荷量が減少したように野菜にも影響があると考えられる。また水稻に関しても収量を対象とした研究はこれまで数多く行われてきたが、台風等の極端現象の影響や、近年、日本の広い地域で問題となってきている玄米の白濁化(白未熟粒)といった品質への影響に関する研究は非常に少ない。上記の背景を受け、本研究課題では、主に以下の3つを目的とした。それらは、(1):野菜を対象にした温暖化影響評価モデルの構築と不確実性を考慮した影響評価;(2):水稻を対象とした台風の被害面積を推計するモデルの構築;(3):白未熟粒発生率推計モデルの構築と適応策の効果の評価である。

#### 2 方法と結果

野菜14品目について影響評価のための重回帰モデルを開発した。その結果、温暖化影響評価ではほとんどすべての野菜について2001-2010年に比べ2031-2040年の平均的な出荷量は減少することがわかった。この結果は、ごく限られた野菜に対し品種改良や産地移動といった適応策を実施するだけでは不十分であり、野菜生産に対する総合的な適応策の必要性を示唆するものである。

台風被害面積推計モデルの構築では、開発したモデルが特に被害面積が大きい台風に対しては精度よく被害面積を推計できることがわかった。今後このモデルを用いて台風が及ぼす水稻への温暖化影響を評価することにより、今まで考慮してこなかった台風の影響を定量的に推計することができ、予測の不確実性を低減することにつながると考えられる。

白未熟粒の発生に関しては、今世紀末には白未熟粒発生率が約半分にも達することがわかった。一方で、移植日の移動と高温耐性品種の導入は、影響軽減に向けて大きな効果があることが示された。

## 地域エネルギー供給のための廃棄物系バイオマス のガス化／多段触媒変換プロセスの開発に関する 研究

環境省環境研究総合推進費(平成24～26年度)

鈴木和将

共同研究機関:岡山大学(代表:川本克也)、名古屋大学

### 1 研究背景と目的

地域的に偏在する廃棄物系バイオマスをエネルギー等として有効に利用するためには、メタン(CH<sub>4</sub>)や一酸化炭素(CO)等を回収できる分散型の高効率ガス化及び改質技術の確立が期待される。本研究では、廃棄物として排出されるバイオマスをガス化し、改質するプロセスを中核に、H<sub>2</sub>、COとともに多量に発生する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)をガス化後段の各温度領域で段階的に効率良く触媒変換し、燃料および化学合成原料化が可能なCOおよびCH<sub>4</sub>を回収する実用性の高いガス化/多段触媒変換プロセスを開発することを目的とする。さらに、これら要素技術確立を経て、地域への開発プロセス実装に必要な施設立地と経済特性を予測・評価し、プロセス原型を提示する。

### 2 研究方法

具体的な対象地域として神奈川県および埼玉県を対象とした。これらの地域の産業廃棄物発生空間分布を3次メッシュスケールで推計を行い、空間分布図を作成した。その上で、地理情報システム(GIS)を用いて、廃棄物発生場所とガス化改質施設間での総輸送距離を最小化する施設の最適配置方法についての検討を行った。さらに、プロセスシミュレータAspen plus(Aspen Tech社)を用いて、本開発ガス化改質施設のモデル設計と計算を行い、発生ガス量・組成等を予測した。これらの結果に基づいて、地域にガス化改質施設を導入した場合の複数のシナリオを設計し、温室効果ガス削減効果等を定量的に算定し、シナリオ評価を行った。

### 3 結果と考察

マニフェストデータ等を用いて埼玉県および神奈川県の産業廃棄物発生空間分布を推計し、GISにより可視化を行った。次に、この廃棄物発生場所から施設までの総輸送距離が最短となる候補地の探索を行った。さらに、これらの結果とプロセスシミュレーション結果を用いて、地域にガス化改質施設を導入した場合の温室効果ガス(GHG)削減効果の試算を行った。その結果、開発ガス化改質プロセスからの生成ガスをさらに精製して都市ガス利用した場合、従来型の技術である焼却発電と比較すると、ケースによっては、焼却発電のGHG削減効果より大となる場合があることが分かった。

## 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)

川寄幹生

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 研究目的

本研究は、安定型処分場等の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明らかにし、その評価方法を提案し、適切かつ経済的な廃棄物地盤の利用・構築(例えば風力発電設備の設置等)の可能性について検討することを目的とする。特に、斜面安定性以外の未検討部分である支持力・沈下特性等に関する研究を実施し、地盤評価方法の提案や有効利用方法の検討を行う。

ここでは環境影響調査の一環として実施した、地表部における硫化水素ガスの影響調査について説明する。

### 2 方法

実験は覆土が50cm施工されている廃棄物地盤上で実施した。精製水2Lを入れたポリビンを観測井戸脇に設置し、ポリバケツで蓋をした。また、比較のために覆土上にポリビンを置き蓋をした。一定期間経過後の精製水のpH変化等を観察した。

### 3 結果

実験結果を表に示した。

表 廃棄物地盤覆土上密閉空間内での水質変化

放置期間	設置場所	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
138日間	井戸脇1	4.5	0.5
	井戸脇2	2.7	94
	覆土上	5.3	0.1
66日間	井戸脇1	4.8	0.2
	井戸脇2	4.6	0.2
	井戸脇3	4.6	0.2
	覆土上1	5.7	<0.1
	覆土上2	5.8	<0.1
	覆土上3	5.7	<0.1

井戸脇に設置した精製水のpHは、一定期間放置後、酸性から弱酸性になることがわかった。精製水をイオンクロマトグラフィーにより分析した結果、硫酸イオン濃度が上昇していた。ポリバケツで覆っているため密閉空間であり、構造物の設置とは状況は異なるが、内部に廃棄物層がある地盤上に構造物を設置する場合、局所的な酸性雰囲気形成される可能性は否めないため、硫化水素等の腐食性ガスに対する対策を考慮する必要があることがわかった。

## 低分子ポリジメチルシロキサンの高精度分析法開発と環境汚染実態の解明

環境省環境研究総合推進費(平成24～26年度)

堀井勇一(代表)、糞毛康太郎

### 1 研究背景と目的

揮発性メチルシロキサン(VMS)は、多様な日用品に使用される高生産量化学物質であるが、その一部は環境・生態系に悪影響を与えると懸念されており、国際的に優先して化学物質リスク評価が取り組まれている。本研究では、環状及び鎖状を含む3～6量体のVMSを対象に、水環境における汚染実態を解明するため、平成24年度には、高精度分析法開発、平成25年度には、主要排出源と予測される下水処理施設の詳細調査を実施してきた。平成26年度は、環境汚染実態調査として、東京湾流域を対象とした水質、底質、及び魚類を含む水環境モニタリング調査を実施したので報告する。

### 2 試料と方法

本年度の主な調査は、夏季及び冬季の2回実施した東京湾主要流入量河川調査、排出源からその流域への分布を詳細に調査した荒川下流域詳細調査、そして調査地域における最終堆積場と予測される東京湾における水底質調査である。東京湾調査においては、平成25年度に底質コア試料を採取しており、これを2cm毎の層別に測定することで、VMS汚染の歴史的復元を試みた。

### 3 結果

荒川の詳細調査において、下水処理施設から河川へ排出されたVMSが下流域へ輸送され、河口域の底質へppmオーダーで蓄積している分布が確認された。

東京湾調査において、国際的にも報告の限られる海域における水中VMS濃度の分析に成功した。表層水及び底質中のVMS濃度分布は、総じて陸域からの負荷が多い湾奥で高く、湾口部に向かって減衰する傾向が確認された。また、底質コアの分析から、過去80年のVMS汚染史を復元し、その分布はシリコン製品の使用量推移とよく一致した。

環境リスク評価として、水中VMS濃度と予測無影響濃度(カナダ環境省及び英国環境局)からハザード比及びハザードインデックスを算出した。さらに、D4に対する種の感受性分布と水中D4濃度の分布を比較した結果、双方には2桁の濃度差が確認された。このことから、D4の水生生物への影響は小さいものと示唆されるが、今後、生物蓄積性も含めた化学物質評価が必要である。

## 作業実態に応じた効果的なVOC発散防止・抑制方法に関する調査研究

厚生労働省厚生労働科学研究費補助金(平成25～26年度)

米持真一(代表)、梅沢夏実

共同研究機関:早稲田大学理工学術院、(公財)労働科学研究研究所

### 1 研究背景と目的

近年、作業現場で取り扱われる化学物質の種類や工程が多様化・複雑化する中で、リスクに基づく合理的な化学物質管理を進める必要が高まっている。これを受け、一定の要件下で、『局所排気装置等以外の発散防止・抑制措置の導入を可能とすること』等とする有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令(平成24年度厚生労働省令第71号)が平成24年7月から施行された。本課題は、我が国における本施策の今後の効果的な導入と推進に資することを目的として実施した。

### 2 方法

本年度は、各種作業現場における労働者の災害防止と健康保全を目的として設立された米国労働安全衛生研究所(NIOSH)を訪問し、現場における排気設備に関する最新の研究情報を収集した。また、これまで進めてきた印刷工場等の小規模作業場で使用可能な、発散防止・抑制措置の検討を行った。

### 3 結果

2015年1月6日～10日にNIOSHを訪問し、米国における排気設備に関する最新の研究情報を収集するとともに、専門家からヒアリングを行った。

更に、主として塗装・印刷業の現場で塗料、溶剤、洗浄剤を拭き取りに使用したウエス等から、使用後に作業環境中に放出される化学物質の発散防止について検討を行った。

本検討はこれまで実施してきた、酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)をシリカゲル表面に担持したものと、酸化チタンと他の触媒を複合化させたTiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-MoO<sub>3</sub>を用いた分解処理を検討した。

対象としては、溶剤として多く使用されているトルエン、キシレン、IPAのほか、近年胆管ガン発症の原因物質として注目されたジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、1,1,1-トリクロロエタンを対象として検討を行った。

## 磁気分離法を利用した微小粒子中金属の化合形態の解明

(独)日本学術振興会科学研究費(平成24~26年度)

米持真一(代表)、梅沢夏実、王効挙

共同研究機関:上海大学、中国環境科学研究院

### 1 研究背景と目的

PM<sub>2.5</sub>は、水溶性イオン成分と炭素成分で質量濃度の7割程度を占めるが、濃度は低いものの、多くの金属元素成分が含まれることが知られている。これらはPM<sub>2.5</sub>質量濃度への寄与は僅かではあるが、発生源に関する情報を含んでいる。

また、我々は、金属元素の磁氣的性質に着目した、磁気分離法を検討してきた。一部の金属元素は、その化合形態によって、磁化率が異なるため、磁化率の差により、化合形態に関する情報を得られる可能性がある。

本研究では、PM<sub>2.5</sub>とともに、国内で観測事例の稀少であるPM<sub>1</sub>も対象とし、金属元素成分に着目した検討を行う。

### 2 方法

PM<sub>2.5</sub>採取用のマルチノズルカスケードインパクト(MCI)サンプラーと分級部をPM<sub>1</sub>仕様にしたものを用い、微小エアロゾルを採取した。地点は、国内では加須(環境科学国際センター)、新宿(早稲田大学)、富士山頂(富士山頂測候所、ただし夏季のみ)、国外では中国北京市および上海市とした。得られた試料は、硝酸、フッ化水素酸および過酸化水素を添加し、ICP/MS法で分析を行った。また、必要に応じて、Nd磁石を用いた磁気分離を行い、同様の分析を試みた。

### 3 結果

2014年の冬季、夏季の約2週間、各地点で試料採取を行った。濃度の高かった冬季のPM<sub>2.5</sub>濃度は加須12.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、新宿14.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対し、上海で39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北京で145  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と北京が特に高かった。石炭燃焼の影響を示すと考えられるAs/V比は、加須で0.58であるのに対し、北京で2.3であったが、2013年の冬季の7.2と比較して大幅に低下していた。

また、これまで、全金属元素に対する磁性フラクションの比率が、中国のPM<sub>2.5</sub>およびPM<sub>1</sub>で高い傾向が見られたことから、石炭燃焼由来の粒子に対して、磁気分離を試みたところ、磁性成分の比率が特に高く、通常は数%未満である磁性フラクションの比率は70%前後となった。一方、中国の原炭に対して磁気分離を行ったところ、磁性フラクションの比率は数%程度であったことから、燃焼を経て磁化率が上昇する可能性が示唆された。

## 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、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パック法(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高く、周囲に発生源の少ない地点で低かった。BC高濃度地点では地域的な発生源からの影響が大きいと考えられた。またBC低濃度地点では、越境大気汚染の影響の可能性も考えられた。

加須と名古屋で熱分離・光学補正法との比較を行った(図1)。

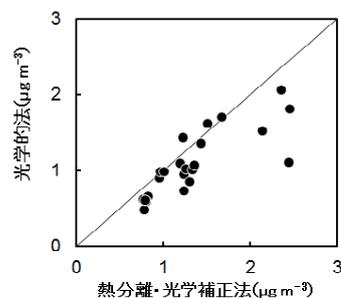


図1 熱分離・光学補正法との比較(加須)

## 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大量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及び安全・安心生活のための健康被害の回避対策・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、生物の水銀汚染状況の調査及び植物の環境保全機能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。

### 2 研究調査方法

小規模金採掘場の敷地内に、水銀汚染土壌に対し、バイオ燃料用植物であるソルガム(*Sorghum bicolor* L.)及び植物活性根圏微生物(*Agrobacterium tumefaciens*)を利用したファイトレメディエーションの修復効果を調べた。試験処理はソルガムとソルガム+根圏微生物であった。根圏微生物は $10^8$  CFU/mlの培養液を土壌へ添加することで接種した。

### 3 結果

ソルガムが水銀汚染土壌に可視被害がなく良好的に生育できた。ソルガム+微生物処理の乾重量はソルガム処理より60%増加し、根圏微生物の接種がソルガム生長を促進したことが示された。また、図1に示すように、土壌からソルガム体内に抽出された水銀の量は、根圏微生物の接種により倍以上増加した。しかし、ソルガム各部位の水銀濃度は変わらなかった。このため、根圏微生物による水銀抽出量の増加はソルガムバイオマス収量への促進によるものであると推断された。本研究の成果により、ソルガムは水銀汚染サイトの修復と有効利用に有望なバイオ燃料用資源植物であると考えられる。

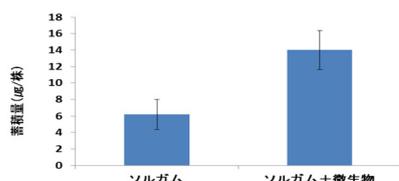


図1 ソルガムによる水銀の蓄積能力(µg/株)

## 湖沼に蓄積する難分解性溶存有機物の藻類影響評価試験法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費(平成24～26年度)

田中仁志

共同研究機関:滋賀県琵琶湖環境科学研究センター(代表:早川和秀)、ほか3機関

### 1 研究背景と目的

我が国の類型指定湖沼におけるCODの環境基準達成率は約55%と依然として低く推移しており、社会問題になっている。琵琶湖等の湖水中に難分解性溶存有機物が蓄積する現象が報告され、それらは主要なCOD成分と考えられるようになってきている。難分解性溶存有機物の一部には腐植物質であるフミン酸やフルボ酸が指摘されているが、将来的に湖沼生態系に与える影響については情報が不足している。一方、クラミドモナスは2本の等長な鞭毛を使って遊泳する単細胞緑藻である。鞭毛を構成するタンパク質は藻類の細胞分裂などにおいても重要な働きをしている。切断された鞭毛は通常およそ2時間で切断前の長さまで再生するが、阻害物質が存在すると再生鞭毛長が短くなる、または、全く再生されない現象が観察される。そこで本研究ではクラミドモナスの鞭毛再生に着目し、腐植物質は国際腐植物質学会が分譲しているスワンイー川フルボ酸及び神戸大学が琵琶湖水中から分離したフルボ酸を用いて鞭毛再生に対する影響を評価した。

### 2 方法

本年度は前年度までの研究成果を踏まえ、琵琶湖における有機物管理のあり方に関する報告書の一部として取りまとめる作業を行った。

### 3 結果

報告書では、クラミドモナスの鞭毛再生は現状の琵琶湖中のフルボ酸の濃度とはかけ離れたレベルの濃度50mg/Lにおいても対照区との間に差は見られなかったなど、琵琶湖フルボ酸による鞭毛再生阻害は確認できなかったことなどを記載した。しかしながら、藻類に対する影響についてはその他の作用機序にも着目するなど、今後も影響評価を研究していく必要がある。

## 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途として、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

二枚貝生息地調査は天然記念物イタセンバラの生息地として知られ、イシガイ類が高密度で生息する富山県氷見市のM川およびN川で行った。採水はほぼ1回/月の頻度で行い、CODやChl-aなど化学分析のほか、PCR-DGGE法による真核生物を対象にした遺伝子解析及び必須脂肪酸解析を行った。また、二枚貝の餌資源として有望と考えられる緑藻や珪藻等の微細藻類について、国立環境研究所から分譲された系統保存株を用いて大量培養法の確立を目指した。

### 3 結果

ここでは、遺伝子解析に関する結果を中心に示す。あらかじめ検討した河川水及び底質の分析条件に基づき、M川で採取したイシガイの腸内容物と環境試料(M川の河川水及び底質)を比較した。その結果、河川水中には微細藻類由来の遺伝子が、底質中にはクマムシなど動物由来の遺伝子が検出される特徴を有することが分かった。また、腸内容物と環境試料には共通すると考えられるいくつかの遺伝子が見つかり、餌源解析に有用な知見が得られた。しかし、それらの遺伝子から藻類種を確定するためには、シーケンサーにより塩基配列を分析する必要があるなど、今後、更なる調査及び検討を行っていく予定である。また、これらの知見を基に二枚貝の餌資源を特定し、人工飼料を開発し、人工増殖を目指して研究を進める予定である。

## 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。本法におけるリン除去のさらなる向上のためには、排水中の共存物質などがリン除去へ与える影響を明らかにする必要もある。

本研究では、実際のリン除去型浄化槽の処理水を用い、リン濃度を調整した後に鉄電解を行う基礎的な室内実験を実施し、共存物質がリン除去へ与える影響を明らかにすることを目的とした。鉄電解法や鉄を用いたリン除去において共存物質としてリン除去に有効と報告されているCaに着目してCa添加によるリン除去の向上を実験的に検討した。さらに、その影響について、生成汚泥のXAFS(X-ray absorption fine structure)測定を行い、鉄形態解析を実施し、鉄結合形態について考察した。

### 2 方法

鉄電解法を組み込んだ浄化槽の処理水を採取し、GF/B(孔径 $1\mu\text{m}$ )でろ過した。ろ過試料にリン酸溶液を添加し、リン濃度を $5\text{mg/L}$ に調整した後に実験に供した。リン濃度を調整した試料 $200\text{mL}$ をトルビーカーに入れ、そこへ、鉄板2枚固定した。電解開始後0、3.8、7.5、11、15分後に試料の一部を採取し分析を行った。本研究では、とくにCaが共存する場合のリン除去効果を検討するため、電解開始前に塩化カルシウム( $2,000\text{mgCa/L}$ )溶液を $1\text{mL}$ 添加したケースについても別途実験を行った。別途、生成汚泥をろ過し乾燥させ、XAFS測定に供した。

### 3 結果

Ca無添加系、Ca添加系においては、リン除去に差異が観察された。これらの生成汚泥の鉄の形態解析を行い、それぞれのXAFSスペクトルをCa添加の有無で比較した。Ca添加系のスペクトルをCa無添加系のスペクトルでフィッティングし、整合性を示すRを計算したところ $0.008\sim 0.051(\%)$ と低く、ある程度の整合性を持って一致していた。これらのことから、Ca添加による生成汚泥の鉄形態の割合にほとんど変化は生じないことが示唆された。このように、共存物質がリン除去に与える影響や、生成汚泥中の鉄の形態に関する有用な知見を得ることができた。

# 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。特に都市部では、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(図1)。

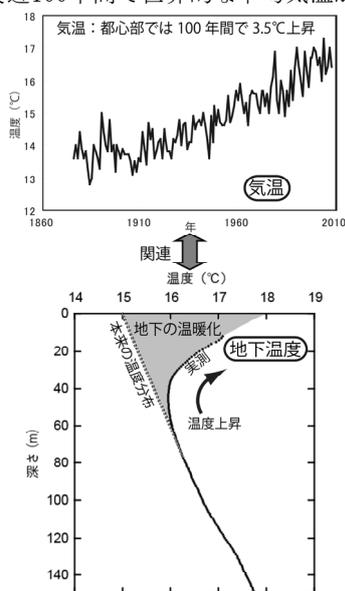


図1 地下温暖化の概念図

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」について現状を解明するとともに将来予測を行うことを研究目的とした。

## 2 方法

本研究は関東平野中央部の埼玉県をモデル地域とし、この地域に位置する地盤沈下監視用の観測井で地下の温度計測を行っている。具体的には、分解能0.001度の高精度な温度計をケーブルでつり下ろし、1~2mの深さごとに観測井内の温度を計測するというものである。そしてこのデータと過去のデータを比較することで温暖化の進行の程度を評価する予定である。さらに、地球温暖化の将来予測モデルなどを用い、数値計算によって地下温暖化の将来予測を行う。

## 3 結果

本年度は、2013年度に測定した東京都心(東京都文京区)の観測井で、2014年度も再計測した。この結果、50mの深さにおいて0.093K温度上昇していることがわかった。この結果を踏まえて短時間の変動を調べるために、4深度(25m、30m、50m、90m)に長期温度計を設置した。

さらに本年度、関東平野中央部(川口、八潮、三芳、熊谷)で測定した地下温度と過去に測定した値(2007年)を比較した結果、いずれの地点も地下温度が上昇していることがわかった。

# 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

土壌中の砒素は主に鉄酸化物態として存在しており、土壌中における砒素の移動性や地下水への砒素溶出特性を解析するには、鉄酸化物を選択的に抽出する鉄酸化物分別溶解法の適用が不可欠である。

今年度は試薬から合成した鉄酸化物試料及び埼玉県内で掘削採取した地質試料を用いて、各種鉄酸化物分別溶解法の特徴及び問題点を解析するとともに、土壌中の砒素に対して適用可能な方法について検討した。

## 2 結果と考察

硫酸アンモニウム鉄溶液から調製した鉄酸化物に砒素を添加した合成試料を用いて、鉄酸化物の抽出試験を実施した。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)を採用した。

合成試料を調製した直後では、全ての鉄酸化物分別溶解法において砒素及び鉄の抽出率は90%以上となった。しかし、合成試料をしばらく室温で風乾すると、改良BCR法では鉄と砒素の抽出率は徐々に減少する傾向が見られた。特に、砒素抽出率の減少傾向は著しく、約1週間の風乾操作で砒素の抽出率は40%まで低下した。一方、Tamm法及びDC法は室温で風乾しても、鉄と砒素の抽出率は概ね100%を維持した。地質試料の分析では、掘削後しばらく時間が経過したものを使用することが多く、その際に改良BCR法を用いると砒素の抽出率は大きく低下することが分かった。

地質試料を用いて鉄酸化物分別溶解法を実施した結果、土質に関係なく全ての深度において、改良BCR法による砒素抽出量はTamm法やDC法に比べて低かった。本地質試料は掘削後1ヶ月以上経過していたため、改良BCR法では砒素の抽出が不十分であったものと思われる。

Tamm法ではDC法と概ね一致した砒素抽出量が得られたが、表層土壌(0~1m)ではDC法に比べて砒素抽出量は低値を示した。Tamm法は磁鉄鉱を溶解するため、砂礫層ではDC法に比べて鉄抽出量が高くなる傾向を示した。砂礫層や表層土壌にTamm法を適用する場合には、解析結果の評価に十分注意を要することが分かった。

## 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

### 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ほか、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ひ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。そこで、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を構築する。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、地質情報や地盤変動データの収集・整理、地下水質の分析、更には地盤沈下の広域解析などを実施した。まず、基本地質情報として県発注の公共事業の地質調査から計970件の数十m級のボーリング柱状図を収集・整理した。また、地下水数十m~300mレベルの深層地質を把握するため深井戸地質柱状図を計520件収集した。地下水の分析は県内計62箇所の井戸を対象として、As、Fe、Mn、Zn等の重金属類やNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等の溶存イオンなどを分析した。さらに、地盤沈下の概況を把握するため、計744箇所の水準基標における平成9年~26年までの年間変動量や真高(TP)に関するデータを収集・整理し、併せてリモートセンシングによる県平野部の地盤変動状況を把握した。これらのうち、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干渉SAR時系列解析を実施した結果、以下の事が判明した。春日部市から越谷市かけての地域では、平均地盤変動速度が10mm/yearを超える沈下集中域が存在し、地盤の変動傾向は水準測量結果と概ね整合することが判明した。沈下傾向を示す領域は帯状に蛇行した分布範囲を示しているが、これは埋没谷の地質構造や特定の帯水層を対象とした地下水揚水に起因するものと推察された。一方、調査地域内には局所的に15mm/yearを超える沈下が確認される地区(面積約0.3km<sup>2</sup>)も存在した。これは軟弱地盤上に作られた盛土による土地造成地の圧密沈下によるものと考えられた。

## 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ノ酸(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系化合物である。PFOS、PFOAの官能基の一部が置換された物質(前駆物質)は、市販品に使用されているものもあり、それらが環境中で生分解されて、最終的にPFOS、PFOAに変化すると考えられている。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、河川水、底質を用いたラボスケー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

河川水-底質系による好氣的生分解実験系を用いて、市販の防水スプレー中のテロマーアルコール類(8:2FTOH、10:2FTOH)の生分解生成物をLC/MS/MS及びGC/MSで測定し、それらの生分解挙動を把握した。

一方、PFOSの前駆物質であるN-EtFOSEについて、同様な実験系を用いた長期生分解試験を試行し、約半年間にわたるPFOS等の生成割合の変化を把握した。

### 3 結果

防水スプレー液をメタノールで希釈し、8:2FTOHと10:2FTOHがそれぞれ100ng、34ng/bottleになるように防水スプレーのメタノール希釈液を河川水-底質系に添加したところ、3日目には3.7ngのPFOAが生成し、28日目には63ngになった。一方、10:2FTOHの最終分解生成物とされるPFDAは28日目では7.9ngしか生成しなかった。これらのことから、河川環境においては、8:2FTOHよりも10:2FTOHの生分解速度は遅いことが示唆された。

本研究と同様な実験系を用いた研究では、100ngのN-EtFOSEは28日目では1.7ngのPFOSに転換したが、本研究では28、56、84、112、139、168日目それぞれ5.9、16、27、38、48ngのPFOSが生成したことから、河川環境中では長い時間をかけてPFOSの前駆物質が生分解によりPFOSに転換すると推察された。この転換の特徴としては、28日目ではN-EtFOSEの約6割がN-EtFOSAAに変化し、これが時間をかけてPFOSに変化すると考えられる。

## 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(O<sub>3</sub>)濃度の上昇傾向が認められている。O<sub>3</sub>は植物への毒性が高く、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(CO<sub>2</sub>)濃度は上昇し続けている。CO<sub>2</sub>濃度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すが、植物の形態的な違いにより高CO<sub>2</sub>応答が異なり、水稻においても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増収率が高い傾向があるため、高CO<sub>2</sub>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O<sub>3</sub>とCO<sub>2</sub>の複合影響に関する知見は無く、O<sub>3</sub>の悪影響に対する感受性や高CO<sub>2</sub>による成長促進や収量増大は、植物種や品種によっても異なると共に、長期的応答は初期応答と異なってくると予想される。

そこで本研究では、既存の水稻の収量等へのO<sub>3</sub>の悪影響発現が高CO<sub>2</sub>環境下で変化するか評価するとともに、O<sub>3</sub>とCO<sub>2</sub>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。本年度は、筆者らが開発した小型オープントップチャンバー(OTC)を改良しO<sub>3</sub>やCO<sub>2</sub>を添加する装置を作成し、それぞれの濃度制御等の評価を行い、O<sub>3</sub>とCO<sub>2</sub>添加実験手法を確立することを目的とする。

### 2 方法と結果

筆者らが開発した小型OTCに隣接して市販の物置を設置し、O<sub>3</sub>発生器、CO<sub>2</sub>ボンベ、CO<sub>2</sub>ガスの供給量を制御するための流量計等を配置し、小型OTCへガスを分配するように改良した。

改良した小型OTCのガスの制御精度の評価を行ったところ、O<sub>3</sub>除去効率は、O<sub>3</sub>除去区ではO<sub>3</sub>濃度が高い夏期においても野外のO<sub>3</sub>の約60%が除去されており、O<sub>3</sub>除去区の濃度は植物にほとんど悪影響を与えないレベルであった。

また、小型OTC内にCO<sub>2</sub>を添加し、野外+100ppm、200ppm、400ppmになるように調整し、その精度を検証したところ、全ての濃度段階である程度精度良くCO<sub>2</sub>が制御されていた。O<sub>3</sub>添加についても同様に制御されており、O<sub>3</sub>とCO<sub>2</sub>添加実験に利用可能な仕様となった。

## 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補助金(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おり、早急に対応する必要がある。ネオニコチノイド系殺虫剤の作用機序は神経伝達を阻害するとされており、その作用及び水生昆虫の生態に着目することにより、新たな生態影響試験が提案できると考えた。また、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とらえることには限界がある。そのため、パッシブサンプリングと呼ばれる吸着樹脂を水中に連続して設置する調査方法が生物へ影響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

ネオニコチノイド系殺虫剤のパッシブサンプリングに適した吸着樹脂の検討を行った。また、生態影響試験は野生の水生昆虫を用いて行うため、実験供試生物を採集する地点の条件である、水生昆虫が生息対象農薬は検出されない地点の選定を埼玉県及び大阪府内の河川を対象に行った。また、光に対して忌避的な行動を行う水生昆虫(ヒラタカゲロウ類など)の生態に着目した生態影響試験方法を検討した。

### 3 結果

ネオニコチノイド系殺虫剤のパッシブサンプリングに有効と考えられる吸着樹脂は、ウォーターズ社製Oasis HLB樹脂であることが分かった。水生生物による水質判定法(環境省・国土交通省)によるきれいな水(水質階級I)の指標生物であるヒラタカゲロウやカワゲラが生息するが、ネオニコチノイド系殺虫剤が検出されない地点を埼玉県内の荒川上流部と大阪府南部を流れる佐備川上流部を確保できた。水生昆虫の行動に着目した新たな実験方法については、動き回る特徴を有するカワゲラ類を用いることにより、迅速な影響判定に活用できる可能性が示された。

## 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: (独) 国立環境研究所(代表: 橋本俊次)、ほか2機関

### 1 研究背景と目的

本研究では、普及が始まり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的高度化を図り、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、GC-HRTOFMSの能力を最大限活用した物質の検索・同定が可能な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

当センターでは、大気試料の採取およびそのGC-HRTOFMSによる測定を行った。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た。また、標準物質のGC-HRTOFMSによる測定も行い、精密質量測定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測定データの蓄積を進めている。

## 気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築

### 一面的水管理・カスケード型資源循環システムの統合評価—

(独)科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(GREST)  
(平成21~26年度)

長谷隆仁

共同研究機関: 高知大学(代表: 藤原拓)、ほか6機関

### 1 研究背景と目的

気候変動などにより水資源管理等の問題は将来深刻化することが危惧されるため、本研究は①植物を利用した農地土壌浄化と回収バイオマスからの乳酸発酵・NP回収による水再生技術、②家畜糞尿からのNP回収、③バイオマス廃棄物の資源化技術等による農地窒素負荷の低減等農業地域における持続可能な水管理システムの構築を目指す。当センターは、これら技術の環境負荷低減化の評価や、経済性評価を行うグループに参加し、主にバイオマス廃棄物等の固形物処理・利用システムの評価、システムの最適化を検討する。

### 2 方法

CREST提案技術の一つである堆肥化・焼却後リン回収の物質収支・費用等の調査を行い、堆肥化・焼却後リン回収の物質収支・費用等推計モデルを構築した。同モデルを過去に開発した堆肥化・焼却等既存処理システムのモデルと統合し、製品需要等を制約条件とし、市町村単位での費用最小となる最適処理量・輸送量を推計する最適化計算を行い、リン回収の導入可能性・農地由来の窒素負荷の改善効果を評価した。計算は、2007年度の高知県を対象に行った。

### 3 結果

高知県(高知県について得られない場合は四国)の関連諸統計を元に、現況の高知県堆肥需要等の推計を行い、旧来の既存処理システムに堆肥化・焼却後リン回収を選択肢として加え、最適化計算を行った。物質収支・費用等調査では、高知県での導入は困難であると推測された。より低建設費用(他の文献資料における動植物性残さ・家畜糞焼却施設の建設費用を勘案し可能と考えられる)等の費用設定では、堆肥化・焼却後リン回収の技術導入が可能という結果から、費用が導入上の制約と考えられた。また、その導入効果を調べたところ、県総量で余剰堆肥削減・農地窒素負荷改善が認められた。

## オゾン、VOCs、PM<sub>2.5</sub>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8機関

### 1 目的

本課題は、オゾン(O<sub>3</sub>)とPM<sub>2.5</sub>の濃度が世界的に最高レベルにあるメキシコにおけるO<sub>3</sub>、VOC、PM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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 進捗状況

本年度は、グアダハラ市において集中観測を行い、PM<sub>2.5</sub>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。これにより、既にこれまでに得られているメキシコ市でのデータと比較し、各都市の汚染の特徴を把握した。また、大阪府堺市でも同様の装置を用いた通年観測を継続しており、日本とメキシコのPM<sub>2.5</sub>を比較した。一方、メキシコ側の研究者・技術者の研修訪問を受け入れ、日本のPM<sub>2.5</sub>の現状、自治体における大気汚染に関する体制や本県での取り組みなどを紹介し、指導を行った。

## 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。

最終年度は、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する。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、現在まで4回の委員会を経て章立てが進んでおり、最終的には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を作成する。

# 大気環境の改善とバイオマス由来粒子の季節変化に関する調査研究

(一財)日本自動車研究所委託研究費(平成26年度)

坂本和彦(代表)、佐坂公規

## 1 研究背景と目的

近年では、厳しい自動車排ガス対策により自動車由来の炭素粒子濃度は減少してきている。一方、年間を通してバイオマス由来の炭素粒子の相対的寄与が増加しており、その発生形態や一次生成/二次生成を区別した有機粒子の組成分析の重要性が指摘されている。これらを踏まえ、昨年度は、夏季におけるバイオマス由来の二次生成有機粒子の分析方法を確立し、その組成分析を行った。今年度は、これまで加須(郊外)の田園地帯で採取したPM<sub>2.5</sub>ならび新たに採取するPM<sub>2.5</sub>について、指標化合物の組成分析を行い、それらのPM<sub>2.5</sub>に対する季節別寄与について調査した。

## 2 方法

環境科学国際センター生態園において、PM<sub>2.5</sub>捕集用のインパクター型分級器を取り付けたハイボリウムエアサンプラーを設置して微小粒子を採取した。

試料採取は、日中(9:00~17:00)、夜間(21:00~翌5:00)を基本として実施し、水溶性イオン、炭素成分及びバイオマス由来の有機マーカ成分(*cis*-ピノン酸、2-メチルトロロール及びレボグルコサン)について分析した。

## 3 結果

夏季及び秋季における *cis*-ピノン酸及び 2-メチルトロロールの濃度は、日中に増加し夜間に減少する傾向を示した。微小粒子の採取と並行して実施したVOC測定では、調査時期にかかわらず、これらの前駆体であるイソプレンや $\alpha$ -ピネンの濃度が夜間に比較的高くなる傾向が見られた。一般に、イソプレン放出は葉温と日射量に依存し、モノテルペン放出は葉温に依存することが知られているが、これらの傾向を踏まえると、*cis*-ピノン酸や2-メチルトロロールの光化学的な2次生成に伴って消費されていると考えられる。

レボグルコサンは秋季に非常に高濃度となり、野焼きを反映していると考えられる。

# 済州地域における微細粒子の排出源推定のための超微小粒子状物質調査

韓国済州緑色環境支援センター研究基金

(平成25~26年度)

米持真一、田中仁志、坂本和彦

共同研究機関:韓国済州大学校(代表:リキホ)

## 1 研究背景と目的

東アジア地域は、中国の急激な経済成長に伴い、大気汚染の状況が大きく変化している。特に近年では、微細粒子などの越境大気汚染が深刻化してきた。韓国済州島は、朝鮮半島の南に位置する離島であり、周囲に大規模な発生源が無く、また、年間を通じた微小エアロゾルの観測事例もない。そこで、本研究では済州島の粒子状物質汚染の実態を詳しく調べるとともに、中国と日本の中間に位置することから、越境大気汚染について有用な知見を得ることを目的とする。

## 2 方法

毎月2週間、韓国済州島のハルラ山の標高1,100m地点でPM<sub>2.5</sub>およびPM<sub>1</sub>の同時採取を行い、質量濃度、水溶性イオンを調べるとともに、春夏秋冬(1月、5月、8月、10月)の試料については金属元素成分の分析を行った。試料採取はPTFEフィルターを用い、1月と8月は中国等ほかの地点とも同期して行った。

## 3 結果

図1に済州島ハルラ山におけるPM<sub>2.5</sub>濃度とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/PM<sub>2.5</sub>の推移を示す。2013年6月~2014年5月の1年間で試料採取を行った67日間の測定データから求めた平均値は、PM<sub>2.5</sub>が12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最大値は43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、PM<sub>1</sub>が8.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )であった。PM<sub>2.5</sub>に占めるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の比率は、年間平均で0.26であり、最大でも0.43であった。質量濃度が20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日を対象に済州島上空を起点とした後方流跡線と石炭由来と考えられるAs/Vの関係を調べた。気塊が朝鮮半島を経由したものと、経由しなかったものとを比較すると、朝鮮半島を経由した場合にはAs/Vが低下する傾向が見られた。

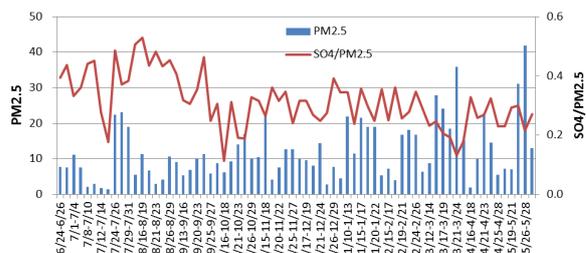


図1 済州島ハルラ山のPM<sub>2.5</sub>濃度とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/PM<sub>2.5</sub>

## 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)・国際幹事等排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)、野尻喜好

### 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。埼玉県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、パーティクル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規格原案を作成する。

### 2 研究進捗

新規格についてISO/TC147(水質)への提案書を作成するにあたり、まず、環境科学国際センターが事務局となって、国際標準化に対応する国内審査委員会を設置した。本委員会は、研究機関、行政、工業界、分析企業に所属の7名の委員から構成される。平成26年12月に第1回の委員会を開催し、新規提案に関する国内意見を広く聴収した。これら専門家から得られた意見を集約することで、水試料中の揮発性環状メチルシロキサンの分析法について新規提案書を作成した。

また、水質分析法の規格化に必須である国際ラウンドロビンテストの準備として、対象物質について水中の安定性試験等を実施した。

## 有機炭素分析を利用したPM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>)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<sub>2.5</sub>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4つの温度帯(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、PM<sub>2.5</sub>の炭素分析法として広く用いられている熱分離・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ことで発生源寄与推定の高分解能化を図るため、既知物質の分析によるOCフラクションプロファイルの作成、OCフラクション別の有機成分分析を行い、これらを大気観測試料の発生源寄与推定に導入し、その有効性を検証する。

### 2 内容

PM<sub>2.5</sub>の通年大気観測を行い、日単位の試料の炭素分析を行う。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、デニューダを用いた試料捕集も合わせて行うことでガス状OCの影響を把握し、粒子状OCの正確な評価を行う。

一方、発生源が想定される有機成分の標準物質や純物質等を熱分離・光学補正式炭素分析計で分析し、OCフラクションプロファイルのデータセットを作成する。これとPM<sub>2.5</sub>大気試料のOCフラクションの分析結果とのマスバランスからOCの発生源寄与推定を試み、その妥当性・有効性を検討する。

さらに、PM<sub>2.5</sub>大気試料のOCフラクション別の有機成分を調べるため、フラクション別に試料から気化したガスを濃縮捕集してGC-MSにより分析する。これにより、各OCフラクションの特徴付けを明らかにし、指標化を検討する。この結果をPositive Matrix Factorization (PMF) による発生源寄与推定に導入し、その妥当性・有効性を検討する。

# 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

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)、他3機関

## 1 研究背景と目的

本研究では、全球の降水量変動と大気水循環の変動の把握のために、複数のプロダクトの相互比較を行う。JAXAを始め、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(ばらつき)については、理解が不十分である。また、水蒸気データに関しても同様に、複数のプロダクトの相互比較が十分に行われていない。複数の降水プロダクト(GSMaP-MVK、TRMM-PR(2A25)、TRMM-3G43、GPCP、Aphrodite、GPCCなど)を相互に比較し、それぞれの特徴を調査する。また降水の元となる水蒸気についても複数のデータセット間で比較を行う。それらを用いて、大気中の水循環速度を見積もり、その年々変動や長期変動を明らかにする。降水および水蒸気プロダクトの推定量にどれだけのばらつきがあり、また、ばらつきは、どの季節にどの地域において大きいのか小さいのかを把握する。

## 2 方法

本研究では、衛星観測による降水量として精度の高いTRMM 2A25 V7 Near Surface Rain(1998~2012年)を、海陸分布としてUSGS GLCC V2、また標高データとしてNOAA ETOPO1 (Amante & Eakins, 2009)を用いていた。これらのデータを $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ の格子へと格子化または変換したデータを用いた。TRMMについては、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を作成した。これらのデータから、それぞれの関係について解析を行った。

## 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ている。また、積算降水量は沿岸海岸上で最大となっている。海洋大陸では、陸側のピークが明瞭であり、海側はあまり明瞭でない(熱帯平均と同程度)。ベンガル湾(6~8月)では、200km以上岸から離れた沖で12LTに最大となり、これについては、Slingo *et al.* (2003)の11  $\mu$ m輝度温度による観測データでも同様の特徴が見られている。