

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、増富祐司、三輪誠
共同研究機関:法政大学(代表:田中充)他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し実際に地域農作物への加温応答実験を行う。また、住民の温暖化適応策への認知の向上や温暖化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、自治体施策に対する温暖化適応策の実装に関する検討も行う。

2 方法と結果

2.1 地域農作物を対象とした温暖化影響把握

温暖化の地域農作物への影響を把握するため開発している簡易加温チャンバーに二酸化炭素添加装置等を追加する改良を行うとともに、簡易加温チャンバーを用い埼玉県の主力水稻品種である「コシヒカリ」「彩のかがやき」を対象に、加温応答実験を行った。その結果、出穂後の高温が不稔割合の増加を招き、収量を低下させることが分かった。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の野菜への影響を評価するため、ホウレンソウ、コマツナを対象に、環境制御ガス暴露チャンバーを用い、品種や肥培条件を変えオゾン暴露実験を行った。その結果、品種や気孔密度によってオゾン感受性などに大きな差異があることが分かった。

2.2 温暖化適応策の認知に関する検討

温暖化適応策に関する認知状況を知るため、昨年度実施した187名に144名を加え、温暖化や適応策に関するアンケート調査を行った。その結果、地球温暖化が起きているのは科学的な事実であると考えるかという設問では、99%がそう思うと答え、既に影響が現れていると答えた回答者も76%にのぼった。また、不安を感じる分野としては、「ゲリラ豪雨」「大気汚染」「農作物影響」と答える回答者が多く、情報元としては天気予報士やニュースキャスター、研究者に信頼を置いていると答えた回答者が多かった。適応策については、温暖化適応策を知っていると答えた回答者は約62%と高かった。

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)

増富祐司、三輪誠、米倉哲志
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

近年、日本の広い地域で登熟期の高温によって玄米が白濁化する白未熟粒の発生が問題となってきた。

本年度は、白未熟粒発生率を、推計の不確実性もふまえて定量的に推計するモデルを開発し、これを用いて将来の温暖化影響を明らかにすることを目的とした。

2 方法

本研究では、白未熟粒が発生し始める閾温度 T_{cr} と気温に対する発生率の感度 S_t をパラメーターに含んだ統計モデルを提案した。そして実験圃場における白未熟粒発生率のデータと登熟期の気温データを用いて、この T_{cr} と S_t を白未熟粒のタイプ別に統計的にその不確実性も含めて決定する。次に気象庁の最新の気候予測情報を用いて、今世紀末の白未熟粒発生率を予測する。なお本研究では、米の品種として「彩のかがやき」を対象にする。「彩のかがやき」は埼玉県で育成された品種であり、埼玉県では2番目に作付面積が多い品種である(埼玉県, 2013)。また2010年夏の高温により白未熟粒が多く発生し、その対策が喫緊の課題となっている品種でもある。

3 結果

まず作成したモデルを用いて、過去の白未熟粒発生率を推計したところ、高精度に発生率を推計できることがわかった。次に、気象庁の機構予測情報を用いて、今世紀の白未熟粒発生率を予測したところ、多くの籾が白未熟粒になることがわかった。

アスベスト含有建材の選別手法確立と再生砕石の安全性評価に関する研究

環境省環境研究総合推進費(平成23～25年度)

渡辺洋一(代表)、川寄幹生、磯部友護、鈴木和将
共同研究機関:(独)国立環境研究所、日本工業大学、長崎大学

1 研究背景と目的

再生砕石へのアスベスト含有建材の混入が社会問題となった。本研究では、再生砕石の製造ルートへのアスベスト含有建材混入の実態を把握し、防止する方法を提示することにより、リサイクルの推進と安全性の両立を図る。

2 研究方法

研究及び調査は以下の項目である。

- (1)再生砕石へのアスベスト含有建材の混入要因調査及びその対策
- (2)アスベスト含有建材の迅速判定法の確立
- (3)迅速判定法の現場適用に関する検討
- (4)アスベスト含有建材からのアスベスト繊維飛散・流出に関する検討

3 結果と考察

- (1)混入要因調査の結果から、解体現場における分別後の表示等の必要性、混合廃棄物への破片の混入チェックと防止対策の必要性が明らかとなった。また、再生砕石敷設現場の詳細調査から、アスベスト建材混入調査を行う際の適切なサンプリング方法の知見を得るとともに、再生砕石に含まれるアスベスト含有建材の種類と量を調査し、混入しやすい建材種を明らかにした。
- (2)解体現場等におけるアスベスト含有建材のスクリーニング法として、目視選別法を開発し、講習会でのテスト結果から、大部分のアスベスト含有建材の判定に適用できること、判定の難しい建材の種類およびその改善方法も明らかになった。また、実体顕微鏡による建材断面の拡大画像を用いることで、迅速にアスベスト含有建材の判定と含有率の推定ができる方法を確立した。
- (3)アスベスト含有建材の目視判定の精度と時間を把握し、アスベスト非含有建材を選別するモデルを構築した。また、現場において混合廃棄物やがれき類からの選別処理速度を実測した。モデルにより災害廃棄物の選別時間を概算したが、膨大な時間が必要である。
- (4)アスベスト繊維の飛散量について、室内実験装置、現場測定装置、大気サンプラーによる実測などを通して、湿潤化による飛散防止効果の高さが確認され、アスベスト含有建材が存在している再生砕石から、大気へと石綿が飛散する可能性は低いことが測定された。

一般廃棄物不燃・粗大ごみの適正処理に関する研究

環境省環境研究総合推進費(平成23～25年度)

川寄幹生(代表)、磯部友護、鈴木和将、渡辺洋一

1 研究背景と目的

一般廃棄物の処理状況を評価する場合、数値の増減のみに注目しがちである。市町村はこれまでにごみ排出量削減や資源化率の向上のために様々な施策を実施してきている。一方、不燃ごみや粗大ごみに対するそれら施策を見た場合、平成24年度に小型家電リサイクル法が施行されたが、今なお、不燃・粗大ごみの資源化を改善する余地は残されている。そこで、本研究は不燃ごみ処理をしている粗大ごみ処理施設における資源化の促進、及び埋立廃棄物量の削減を目的として研究を実施した。

2 研究方法

平成25年度は以下の項目について研究を実施した。

- (1)不燃残渣の質の変動
- (2)乾式比重差選別機による不燃残渣処理における含水率の影響
- (3)不燃残渣等の熱量調査
- (4)セメント工業での不燃残渣の資源化における投入量規制要因の検討

3 結果

- (1)各施設における質の変動は見られたが、施設間で比較した場合、同様な傾向(可燃分含有率が高い施設はいつも高い、金属含有率が高い施設はいつも高い)であった。
- (2)含水率を数%にした場合、明らかに細粒分が粗粒分に付着するため選別効率が低下した。これまでの検討結果から、含水率は1%程度にすることが高い純度でプラスチック類及びガラス陶磁器片を分離するために必要であることがわかった。
- (3)不燃残渣の熱量を測定したところ、2～24MJ/kg(平均:11MJ/kg)であった。最も高い熱量の場合、木くず(17MJ/kg:実測値)よりも高く、かつ、乾式比重差選別によりプラスチック類を選別分離した場合、最大32MJ/kg(石炭と同等以上)の熱量を持つことがわかった。
- (4)セメントにはJIS法で品質基準があり、分析した結果から検討すると、不燃残渣を投入する場合の投入量上限は、不燃残渣中のアルカリ量(Na+K)で決まるため、セメント資源化を推進する場合、主なアルカリ供給源と考えられるガラス類の前選別が必要であることがわかった。

中間処理残さ主体埋立地に対応した安定化促進技術の開発

環境省環境研究総合推進費(平成23~25年度)

磯部友護、鈴木和将、川寄幹生

共同研究機関:北海道大学(代表:東條安匡)、他4機関

1 研究背景と目的

近年の我が国の埋立地では、中間処理残さが大半を占めている。本研究では、中間処理残さの安定化過程に関し、現場調査から安定化の実態と課題を把握するとともに、機能的な覆土の導入効果を実験から検証し、次世代型の埋立処分技術を確立する。

2 大型埋立実験槽におけるボーリング調査と比抵抗探査

実規模に近い条件において安定化を評価するために、運用開始から8年が経過している既設の大型埋立実験槽(テストセル)においてボーリングを行い、コア試料の溶出試験を行った。さらに、テストセルと埋立時期が同じ処分場で採取したコア試料の溶出試験結果と比較したところ、電気伝導率やTOC濃度、イオン類濃度がテストセルでより低い濃度を示していた。さらに、テストセル内部の比抵抗分布を把握するために埋設されている探査ケーブルを用いた比抵抗トモグラフィを行い、過去の結果との比較を行った。その結果、運用開始初期の結果と比較して、10倍程度の比抵抗値の上昇が見られ、安定化が十分進行していることが示された。

3 機能的な覆土における有害物補足機構のモデル化

テストセルのコア試料のマイクロフォーカスX線CT画像から機能的な覆土の3次元多孔体モデルを構築し、その多孔体の間隙部分を流れる水の流れや有害物の流れに対して数値シミュレーションを行った。CTデータからの格子生成は、市販のソフトウェアを組み合わせ一連の手順を構築することができた。また、間隙部分の水・有害物の挙動は、Navier-Stokes方程式等の支配方程式を差分法によって離散化し、数値計算を実行することにより、複雑な流れの様相を表すことができた。

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \left(\frac{\mathbf{u}}{\varepsilon} \cdot \nabla \right) \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} - \frac{|\mathbf{g}|}{K} \mathbf{u} - \mathbf{g} - a(1 - \chi_f) \mathbf{u}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \nabla^2 c - \nabla \cdot c \mathbf{u} - \frac{1}{n} \rho_b \frac{\partial s}{\partial t} - kc$$

最終処分場機能の健全性の検査手法と回復技術に関する研究

環境省環境研究総合推進費(平成23~25年度)

磯部友護

共同研究機関:(独)国立環境研究所(代表:遠藤和人)、他6機関

1 研究背景と目的

廃棄物最終処分場(以下、処分場)の健全性評価や健全性回復技術の適用のためには、処分場の内部構造を把握することが重要である。そこで本研究では、処分場内部構造のうち特に土堰堤構造を非破壊的に調査する方法の確立を目的として、多段積み土堰堤を有する複数の処分場において物理探査の一手法である比抵抗探査を実施した。

2 調査方法

平成23~24年度の調査において産業廃棄物を埋め立てたA~C処分場において、比抵抗探査を実施し、土堰堤構造に起因する高比抵抗領域を可視化できることを明らかにした。本年度は、土堰堤構造の把握を目的とした比抵抗探査の実施事例を増やし、その有効性を検討するため、新たに2つの処分場(D処分場、E処分場)を選定し比抵抗探査を行った。

3 結果と考察

D、E処分場ともに土堰堤に起因する50~100 Ω-mの高比抵抗領域が表層に分布していることが示された。さらに土堰堤の層厚は処分場の計画図面やヒアリング内容、ボーリングデータと整合していた。D処分場では土堰堤と最終覆土における高比抵抗領域がそれぞれの層厚を反映していることが示された。E処分場では遮水シートが敷設されている土堰堤ではより高い比抵抗値を示したことから、遮水シートの絶縁性を反映していることが示された。他方、土堰堤より深部の廃棄物層を見ると、D処分場では揚水による揚水井周辺の比抵抗値の上昇が見られた。また、E処分場では汚泥主体の埋立から混合物主体の埋立へと転換したことによる比抵抗値の相違が見られた。これより、最終処分場における比抵抗探査によって、土堰堤構造の可視化だけでなく、埋立廃棄物層の質的特徴を見いだせることができたことから、非破壊探査手法としての比抵抗探査の高い有用性を明らかにした。

産業廃棄物マニフェスト情報の信頼性の確保と多面的活用策の検討

環境省環境研究総合推進費(平成23～25年度)

渡辺洋一

共同研究機関:(公財)日本産業廃棄物処理振興センター
(代表:谷川昇)、他5機関

1 研究背景と目的

産業廃棄物の3R推進と適正処理の実現を図る上で、産業廃棄物の量・質の流れをできるだけ正確に把握する必要がある。本研究では、膨大な労力と経費をかけて適用されているマニフェストの記載情報に着目し、マニフェストシステムの運用実態及びマニフェスト情報の活用実態の分析、実際の活用可能性を明らかにする。また、国内外のマニフェストシステムの活用事例を解析し、あわせてマニフェスト情報の多面的活用方策を提案し、紙マニフェスト情報の効率的利用可能性を示す。分担研究として、環境科学国際センターでは廃棄物分類ごとに、化学組成を分析することにより、主要な構成成分、有害成分、有用成分などの含有量を明らかにし、処理・処分方法、資源回収の可能性等の質による廃棄物管理の資料とすることを目的とした。

2 研究方法

平成25年度は、最終処分場・中間処理施設に搬入されている廃棄物のうち外観から化学組成がわからない燃えがら、鉍滓、汚泥等の廃棄物の主要な構成成分や有害金属、稀少金属等の含有量データから、廃棄物分類ごとに質的分類を行うとともに、X線回折分析、TG-DTAによる熱分析を行い、廃棄物の質情報の精度の向上を図った。

3 結果と考察

廃棄物を含有分析結果から分類してみると、現在のマニフェスト分類には含有成分が異なる廃棄物が混在していることが明らかとなった。これらの違いをマニフェストや関連情報から判別し、廃棄物の適正処理や再利用を行うためには排出者業種・工程等の情報の記載や現在のマニフェスト分類を細分類することが適当と思われる廃棄物も確認された。そこで、溶出試験データや含有量の精密分析を担当した研究分担者と共同で解析を行い、廃棄物の質情報の整理を行うとともに、産業廃棄物の管理において必要と思われる情報をチェックできるマニフェストの例を作成し提案した。

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

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

廃棄物系バイオマスの利活用には地域分散型技術の適用が望ましく、ガス化改質プロセスが付加価値のあるガスを得る技術として期待される。研究では触媒改質技術をバイオマスに適用し(第一段触媒変換プロセス)、さらに同プロセスで生成するH₂、COとともに多量のCO₂を改質後の各温度領域で効率よく触媒変換(第二段触媒変換プロセス)し、COまたはCH₄を回収する実用価値の高いガス化／多段触媒変換プロセスを開発することを目的とする。また、開発プロセスを実際の地域に適用するシミュレーションを実施し、総合システムの最適な導入条件と成果を提示する。

2 研究方法

埼玉県を対象として産業廃棄物である木くず類発生分布を産業廃棄物管理票(マニフェスト)データを用いて事業所レベル、3次メッシュスケール(1km×1km)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、各事業所で発生する廃棄物のガス化改質施設までの輸送距離を最小化するための最適配置について検討を行った。これらの結果に基づいて、ガス化改質施設を導入した際の複数のシナリオを設計し、温室効果ガス削減効果やエネルギー回収性能などを定量的に算定し、シナリオ評価を行った。

3 結果と考察

ガス化改質施設までの輸送距離の最小化について、GISを用いて検討を行った。既存の焼却施設の立地からの総輸送距離は946,563kmである一方、GISにより輸送距離を最小化した施設の立地からの総輸送距離は750,772kmと大幅に短縮された。これらの結果をもとに、ガス化改質施設を導入した場合のエネルギー回収率および温室効果ガス(GHG)削減効果の試算を行った。既存施設の立地でガス化改質施設を導入した場合、削減効果は798t-CO₂/年であったが、さらに、最適配置で施設を立地すると902t-CO₂/年と削減効果が増加した。また、最も削減効果の高かったのは、施設規模を2倍の100t/dayにして最適配置を行った場合であった。

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)、他5機関

1 研究の背景と目的

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(例えば発電風車設置等)の可能性について検討することを目的とする。

プラスチック等が混入した廃棄物地盤等については、我が国の廃棄物処分場が焼却灰を主に受け入れていること等から、力学面等において十分な研究がなされていない。このような中、平成22～24年度に環境研究総合推進費補助金で実施した研究「不法投棄等現場の堆積廃棄物の斜面安定性評価」によって、プラスチック等を含む廃棄物地盤が高い斜面安定性を有することを把握・公表した。本研究は、プラスチック等が混入した廃棄物地盤について、斜面安定性以外の未検討部分の支持力・沈下特性等に関する研究を行って、地盤評価方法の提案や有効利用方法の検討を行うものである。

2 研究項目の概要

本研究は主に5つの検討項目で構成されている。

- (1) 廃棄物地盤の組成等の条件別基本力学特性の把握
- (2) 廃棄物地盤の支持力、沈下量、耐震等の評価方法
- (3) 現場簡易評価方法
- (4) 廃棄物地盤の環境影響評価方法
- (5) 廃棄物地盤の利用・構築の可能性

3 進捗状況

平成25年度は廃棄物地盤支持力調査として、埋立1年後及び8年経過後の廃棄物地盤の一面せん断試験及び現場土圧試験を実施した。その結果、プラスチック等を含む廃棄物地盤は堆積時間が進むにつれ地盤強度が増すことがわかった。平成26年度は、廃棄物地盤の設置構造物に対する環境影響評価についても検討を行う予定である。

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)、蓑毛康太郎

1 研究背景と目的

揮発性メチルシロキサン(VMS)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、まず、公定法提案を目指した高精度分析法開発を行う。次に確立した分析法を用いて発生源データの整備、環境中へのVMS排出状況を把握する。さらに水質、底質、生物等の各環境媒体について環境汚染実態を把握し、VMSの環境残留性評価を行う。このうち平成25年度は、VMS発生源情報の整備として下水処理施設を調査し、処理場内におけるVMSのマスバランス及び処理工程における除去率、さらには下水処理施設を介したVMSの大気及び公共用水域への排出量を調査した。

2 試料と方法

埼玉県内の流域下水処理施設(9箇所)で、それぞれ流入水、最初沈殿池出口水、反応タンク混合液、最終沈殿池出口水、放流水、脱水ケーキを採取した。反応槽エアレーションガスの脱臭設備活性炭塔を有する施設については、活性炭塔の前後でガスを採取し、VMSの除去率及び大気への排出量を算出した。

3 結果

各下水処理工程の試料測定結果と水処理量等のデータを基に、下水処理施設におけるVMSマスバランスを推算した。処理能力13万m³/日の施設Aにおける各媒体へのVMS移行率は、流入水を100%とした場合に、エアレーションガスで31%、脱水ケーキで95%、放流水で4.5%、脱臭後の排出ガスで0.014%であった。本調査における各工程のVMS mass%の合計は130%となり、処理場内で30%の増加が確認された。その理由として、時間帯による流入水中VMSの濃度変動が挙げられた。別途同処理場において日内の濃度変動を2時間毎に調査したところ、流入水中で最大約2倍の濃度差が観察された。この下水処理施設へのVMS流入量は470kg/yrであり、公共用水域及び大気への排出量はそれぞれ20kg/yr及び0.065kg/yrと推算された。VMS流入量の大部分は汚泥への移行を示したため、下水処理施設における詳細なVMS排出量の推算には、汚泥焼却処理に伴う含有VMSの挙動について追加調査が必要である。

廃棄物焼却施設におけるハロゲン化多環芳香族炭化水素類の生成機構解析とリスクベース管理手法の提案

環境省環境研究総合推進費(平成23~25年度)

堀井勇一

共同研究機関:静岡県立大学(代表:三宅祐一)

1 研究背景と目的

本研究では、ダイオキシン類と同様に燃焼に伴い非意図的に発生し、ダイオキシン類と同等の環境リスクが指摘されている塩素化又は臭素化した多環芳香族炭化水素類(PAHs)について、廃棄物焼却施設からの排出実態調査及びその生成機構解析を行う。さらに、リスクベースの排出濃度から、リスクレベルを低減できる燃焼条件や排ガス処理法等を提案する。このうち本年度は、廃棄物焼却施設から排出される未知ハロゲン化PAHsの検索を行った。

2 試料と方法

試料には、建設系廃棄物焼却施設の排ガス及び飛灰の抽出液を用いた。飛灰については、ダイオキシン分析に用いた抽出液を併せて準備し、試料クリーンアップ法の違いによるハロゲン化PAHsの検出状況を比較した。分析には、ガスクロマトグラフ/高分解能飛行時間型質量分析計(GC/HRTOF-MS)を用いた。

3 結果

GC/HRTOF-MS分析のデータから、検出頻度の高いPAHsに塩素、臭素、塩素及び臭素が付加したハロゲン化PAHsの理論m/zについて0.02Daの質量幅でマスクロマトグラムを抽出し、ハロゲン化PAHsの検索を行った。マスクロマトグラム上に検出されたピークについて元素組成演算を行い、理論値と質量誤差±5mDa以内のものをハロゲン化PAHsと同定した。さらに、これらピークについて、理論値との同位体パターンを比較確認した。排ガス及び飛灰試料からは、標準品を有する40種のハロゲン化PAH異性体のほか、多数の高塩素化や塩素・臭素混合のPAHsが検出され、合計122本のピークがハロゲン化PAHsと同定された。これらハロゲン化PAHsの検出傾向は、各PAHsの母核について低ハロゲン化物のピーク強度が高く、ハロゲン置換数が増えるに従い、そのピーク強度が低くなる。また異なるクリーンアップ法により処理した抽出液の比較から、ハロゲン原子の置換数によって酸に対する安定性に大きな差が確認された。特に高ハロゲン化PAHsは、酸に対して安定であったことから、環境中での難分解性や生体内での安定性をもつものと予測された。

湖沼水質形成における沿岸帯の機能とその影響因子の評価

一浅い富栄養化池沼の好気、嫌気条件におけるシードバンクのポテンシャルの把握一

環境省環境研究総合推進費(平成23~25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:一瀬諭)、他2機関

1 研究背景と目的

湖沼等の底質は、植物プランクトンの保存場所(シードバンク)として機能している。一方、底層の貧酸素化が問題になっており、貧酸素化がシードバンク機能に及ぼす影響が懸念される。本研究では、富栄養湖沼におけるシードバンクポテンシャルに及ぼす貧酸素化の影響を評価することを目的とした。モデル湖沼として山ノ神沼(埼玉県蓮田市)を選定し、その底質を用いて、植物プランクトンの光合成活性を指標とした評価を行った。

2 方法

山ノ神沼から採取した底質(表層1cm)をよく混ぜた後、スラリー状の底質を空気と窒素ガスでバブリングすることにより、DOを4、8mg/Lに制御した条件で、室温(約18℃)下で3カ月経過した底質を試料に用いて実験を行った。1Lトールビーカーへろ過沼水800mLと底質80mLを加え、よく攪拌してから実験を開始した。光条件は、タイマー運転した蛍光灯照明(約15 μ mol/m²/s、約47 μ mol/m²/s)による12h/12h周期明暗条件(以下、明暗条件)またはアルミホイルを用いて完全遮光した連続暗条件(以下、暗条件)の3条件を設定した。温度条件は同一とし、各ビーカー内の水温、pH及びDOは20分おきに多項目水質計(ハイドロラボ社製MS5)を用いて連続記録した。ビーカー内の植物プランクトンは生物顕微鏡により観察した。

3 結果

DO4、8mg/Lで保存した底質のどちらを用いた実験系においても、明期(2,500lux)にはDOおよびpHが上昇する傾向が見られ、終了時(10日後)にはDO>9mg/Lを示した。これらの変化は底質中に保存されていた植物プランクトン細胞が活性を有しており、光合成を行った結果と推察された。以上のことから、これまでに行った貧酸素状態のみならず、DO4または8mg/Lの好気的条件下で3ヶ月間保存した底質においては、どちらも植物プランクトンの再活性化が可能であったと推察された。

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

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、約40年前に性能要件基準を導入した英国を例として制度導入前、導入後の状況を詳細に調査した。また、これまで進めてきた印刷工場等の現場で使用可能な、発散防止・抑制措置の開発を行った。

3 結果

11月19日～23日に英国安全衛生研究所(HSL)およびマンチェスター大学を訪問し、英国における安全衛生制度導入に関する経緯や現在の課題、制度を機能的に維持するための工夫などのヒアリングを実施した。

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装置の開発を行った。これまで我々は、酸化チタン(TiO₂)の光触媒作用を活用した処理装置の検討を行ってきたことから、これを発展させた検討を行った。

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補助金(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

微小粒子状物質(PM_{2.5})は、水溶性イオン成分と炭素成分で質量濃度の約7～8割程度を占めることが知られている。PM_{2.5}中には、多くの金属元素成分も含まれるが、低濃度であり、質量濃度への寄与は少ない。また、発生源に関する情報を多く含んでいるが、化合形態に関する情報は乏しい。一方、粒径1μm以下の粒子状物質(PM₁)は、国内ではほとんど観測事例が無い。

本研究では、PM_{2.5}とPM₁を並行採取し、主として試料中に含まれる金属元素成分に着目した検討を行う。

2 方法

PM_{2.5}採取用のマルチノズルカスケードインパクター(MCI サンプラー)、および分級部をPM₁仕様にしたものを用いて、微小エアロゾル試料を採取した。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

2012年度に引き続き、2013年度も夏季、冬季に各地点で試料採取を行った。夏季のPM_{2.5}濃度は加須15.5μg/m³、新宿14.6μg/m³、富士山頂2.5μg/m³、北京85μg/m³、上海12.6μg/m³であり、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、北京の2012年度冬季(2013年)に7.2であったのに対し、2013年夏季は3.8であり、冬季に特に石炭燃焼の比率が高まることが分かった。一方夏季の上海では0.21であり、新宿の0.30より低い値であった。

また、得られた試料中に含まれるレアアースの一つであるネオジウム(Nd)に着目したところ、新たな越境大気汚染の指標となる可能性が示唆された。

機能的断層画像法による植物の無侵襲環境ストレスモニタ法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費補助金(平成24~25年度)

米倉哲志

共同研究機関:埼玉大学(代表:門野博史)

1 研究背景と目的

近年、環境が生物の生長あるいは内部活性に与える影響を正確に計測する技術の確立が望まれている。本研究ではOCT(Optical Coherence Tomography)と呼ばれる光断層画像法およびバイオスペックルと呼ばれる生体内部の物質の輸送や微細構造の変化を反映している動的な光散乱現象に基づいて新規な機能的断層画像観測システムを構築する。これら2つの技術を組み合わせることにより、生理学的反応を3次元的に高感度に観測可能なシステムを構築し、環境条件に敏感に反応する植物体の部位の特定をおこなう。さらに、このシステムを用いて、オゾンなどの環境ストレス下の植物に対して、実験により本手法の有効性を検証し、環境汚染影響評価手法としての可能性を検討する。

2 実施内容と結果

本研究では、OCT技術に基づいて環境影響下の植物体内の生理学的変化を感度良く捉えるためにバイオスペックルの動特性を利用した機能的断層画像観測システムを埼玉大学門野研究室で新たに構築した。古いシステムでは深さ方向に2mmのスキャンを行うのに数十分間の時間を要していたが、十数秒間にまで短縮可能となった。さらに、2次元(深さ×横)の断層画像は、0.5s毎に連続して観測することが可能となった。また、本システムでは、光ファイバーを使用した光学系にすることにより、物体側からの散乱光をより効率よく取得するとともに、光学系のセッティングに自由度を持たせられる。さらに得られた信号を λ から k の関数にRescalingすることにより、深い位置においても、解像度の良い測定を可能にした。このような機能的断層画像観測システムを構築したことにより、1点における深さ方向の情報を瞬時に得ることができ、生体組織の活性状態を測定することが可能となった。

さらに、水ストレスやオゾン暴露などの環境ストレスによる葉の組織構造と活性状態の変化についてモニタリングを行なった結果、水ストレス解消に伴い表皮部の拡大とその位置における活動状態の活性化が確認され、また、オゾン暴露による植物の活性状態の低下が視覚的に確認された。このことから、本研究で開発した機能的断層画像観測システムによって環境ストレスによる葉内活性の変化を観察可能であると考えられる。

中国農用地汚染土壌における植物を用いた収益型修復技術の確立

(独)日本学術振興会科学研究費補助金(平成23~25年度)

王効挙(代表)、米持真一、磯部友護、細野繁雄

共同研究機関:山西農業大学、上海大学、吉林省農業環境資源研究センター

1 研究背景と目的

近年、アジアの諸国では、急激な経済の発展に伴い、重金属等の有害物質による土壌汚染が深刻化している。このため、汚染土壌の資源としての有効利用と効率的修復手法の確立は重要な課題となっている。本研究では、深刻化する中国の農用地汚染土壌、特に重金属汚染土壌を対象として、バイオ燃料等に有効利用できる資源植物の活用により、汚染土壌の有効利用と修復を同時に実現できる「収益型汚染土壌修復技術」の確立を目的とする。将来は、本修復技術を普及させ、地球環境保全に貢献する。今年度では、中国の山西省と吉林省において、有望な資源作物に対し、品種間の修復効率を評価した。また、上海市において、菊花を活用した高収益性の修復システムを調査した。

2 研究調査方法

- (1)山西省:汚水灌漑による汚染農地に、トウモロコシ5品種、高粱5品種を用い、栽培試験を行った。
- (2)吉林省:ニッケル鉱山周辺の汚染土壌にトウモロコシ10品種により栽培試験を行った。
- (3)上海市:汚染底質の混入による重金属汚染畑田に対し、ヒマワリ2品種及び菊を利用して修復システムの収益性と修復効果を調査した。

3 結果

- (1)山西省:トウモロコシ品種間の実の収穫量と植物全乾重量はそれぞれ $10 \pm 1.7 \sim 13.7 \pm 1.6$ と $36.0 \pm 1.1 \sim 45.2 \pm 3.0$ t/haであり、品種Yongyu3の収穫量は最も高かった。高粱品種の実の収穫量と全乾重量はそれぞれ $7.2 \pm 0.7 \sim 8.6 \pm 0.6$ と $32.1 \pm 1.0 \sim 44.2 \pm 3.3$ t/haであり、品種Jin18は最も高かった。修復効率を表す重金属の蓄積量は、トウモロコシYongyu3及び高粱Jin18は他品種よりやや高く、修復用資源作物として良い品種であると考えられた。
- (2)吉林省:品種間の重金属濃度の差は大きくなかったが、Junda6とDanyu606は重金属の濃度がやや高く、汚染土壌修復用の資源作物として適切な品種であることが示唆された。
- (3)上海市:ロシア大輪ヒマワリ品種は乾重量と重金属蓄積量が高く、適切な修復ヒマワリ品種であると考えられた。また、菊は水稻等一般農作物の5倍前後の収益性であり、重金属の蓄積能力も高く、有望な修復観賞用資源植物であると考えられた。

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補助金(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、他9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用い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18地点(利尻、札幌2地点、天塩、母子里、摩周、加須、市原、佐倉、名古屋、射水、香北、隠岐、幡竜湖、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が1週間または2週間単位で通年で実施されている。水抽出後の粒子捕集用PTFEフィルター(図1)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

これまでの測定結果は、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。また、冬期に高濃度、夏期に低濃度になる地点が多かった。

今後、データ数を増やし、FP法の測定結果等との関係について解析を行う。また、札幌以外の地点で熱分離・光学補正法との比較を行う必要がある。



図1 抽出後のフィルター

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補助金(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

水銀による環境汚染及び人の健康被害は大きな課題となっている。近年、インドネシアなど多くの開発途上国では、住民が金鉱石から金を製錬するために水銀が広く使われている。使用される水銀が直接環境中に放出されるため、その地域の土壌や河川の水銀汚染が深刻化している。

本研究目的は、金鉱石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。本年度では、水銀汚染土壌の回復を行うため、土壌及び水質の汚染実態を調査した。また、植物による水銀汚染土壌を修復する予備試験の現場調査を行った。

2 研究調査方法

調査対象は中部ジャワ地域Wonogiri(標高151.79m/位置S07.47'51、E110.52'21)の小規模の金製錬地域である。調査内容は伝統的小規模金採掘手法の作業及び水銀利用実態、周辺汚染土壌及び井戸水試料の採取、植物による水銀汚染土壌を修復する予備試験の現場調査とデータ解析を含めた。

3 結果

小規模の金製錬地域で採取した土壌の水銀土壌溶出量は0.024mg/Lであり、日本の土壌汚染対策法基準値(0.0005mg/L)を大幅(約50倍)に超過した。また、土壌の水銀含有量及び井戸水の水銀濃度はそれぞれ12mg/kgと0.0003mg/Lであり、日本の土壌汚染対策法基準値に接近していることが分かった。また、ソルガムを用いた水銀汚染土壌の修復試験について、ソルガムの一種var.Fs501が水銀汚染土壌に良好的に生育し、水銀を地上部に蓄積することが確認された。今後、ソルガムなどの資源植物を用いたファイトレメディエーション利用により、汚染土壌を修復するとともに、浄化後の栽培植物はバイオ燃料として現地産業や長期的に低炭素社会形成への寄与を探索する。

新奇ハロゲン芳香族群の環境汚染と生態影響評価

(独)日本学術振興会科学研究費補助金(平成23～25年度)

堀井勇一

共同研究機関:名城大学(代表:大浦健)

1 研究背景と目的

最近、塩素もしくは臭素原子に置換された多環芳香族炭化水素類(PAHs)が大気中から検出されており、これらの物質はダイオキシン類と同等のリスク因子となる得ることが環境濃度や毒性試験から推察されている。しかしながら測定された環境試料に限られており、このようなハロゲン化PAHsの環境動態、生態影響は未だ不明な点が多く残されている。そこで本研究では、東京湾集水域の表層水、底質、魚類を採取・分析することで、水環境中ハロゲン化PAHsの濃度分布を明らかにし、各環境媒体における残留特性を解析した。

2 試料と方法

試料は、東京湾主要流入河川(9地点)から表層水、底質、魚類を採取し、これを分析に供試した。水試料は、加圧ろ過-PUF吸着法を用いて処理し、乾燥したろ紙及びPUFをソックスレー抽出した。底質は風乾後に、魚類は無水硫酸ナトリウムを用いて混合・脱水した後に、それぞれソックスレー抽出した。これら粗抽出液のクリーンアップには、スルホキシド、シリカゲル、活性炭のカートリッジカラムを用いた。定量には高分解能GC/MSを使用し、13Cラベル化PAHsを用いる内標準法により行った。

3 結果

環境試料について25種の塩素化PAHs(1～4塩化物)、14種の臭素化PAHs(1～2塩化物)濃度を異性体別に明らかにした。東京湾流入河川水(n=9)、底質(n=9)、魚類(n=14)中ハロゲン化PAH総濃度の平均は、それぞれ70pg/L、4100pg/g dry、24pg/g wetであった。河川水、底質ともに下流域で濃度が高い傾向がみられた。ハロゲン化PAHsの生物蓄積性評価のためBSAF値を算出した。BSAF値の算出には、TOC濃度又は脂質%で補正した濃度を用いた。荒川、多摩川の魚類から算出されたBSAFの平均値は、9-ClPhe: 0.11、9-ClAnt: 0.05、9,10-Cl2Phe: 0.04の順に高く、今回対象としたすべてのハロゲン化PAHsのBSAF値は1未満であった。得られたBSAF値及び魚類中の化合物濃度組成から、特に2～4塩素化ピレンや多環成分について、底質から魚類への移行は低いことが示された。

PFOS、PFOA及びそれらの前駆物質の起源と水環境動態の解明

(独)日本学術振興会科学研究費補助金(平成23～25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有機フッ素系化合物で、通常的环境中ではほとんど分解しない難分解性物質でもある。過去の調査で埼玉県内の河川水から比較的高い濃度のPFOS、PFOAが検出されたが、それらの発生源は一部を除き、良く分かっていない。一方、PFOS、PFOAの官能基の一部が置換された物質(前駆物質)は環境中で分解され、最終的にPFOS、PFOAに変化すると考えられているが、河川環境における生成機構についてはほとんど報告されていない。本研究では、PFOS、PFOA及びそれらの前駆物質の起源や水環境における前駆物質からPFOS、PFOAへの転換機構を明らかにする。

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濃度(PFCs)を把握し、過去の調査結果と比較した。流域下水処理場の処理工程水及びエアレーションガス等のPFCs濃度を測定し、環境排出量を推定した。また、河川水/底質系における前駆物質の生分解試験を実施した。

3 結果

河川水の幾何平均濃度を2011年度の調査結果と比較すると、PFOSは5.0ng/Lから3.7ng/Lに減少したが、PFOAは5.9ng/Lから7.7ng/Lに増加した。また、8:2FTOHの検出割合が31.6%から60.5%に上昇した。高濃度(1,300ng/L)のPFOAを検出した地点では、追跡調査により排出事業所を特定し、排出削減対策によって、当該地点のPFOA濃度が減少した。流域下水処理場の流入水、工程水、放流水の8:2FTOHとその分解生成物(8:2FTCA、8:2FTUCA、7:2sFTOH、7:3FTCA、PFOA)、及びエアレーションタンクガスとその脱臭処理ガス(活性炭吸着)の8:2FTOHと7:2sFTOHについて物質収支を調べた。これらの物質の流入負荷量(モル量)を100%とすると、処理工程が進むにつれて負荷割合が減少し、放流水では60%であった。また、脱臭処理ガスにおける放出割合は0%であった。河川水/底質系を用いて*N*-MeFOSEと*N*-EtFOSEの生分解挙動を比較したところ、*N*-MeFOSEの方が半減期が短く、PFOSへの転換率も高かった。これらの物質のメチル基とエチル基の違いが生分解速度に影響することが示唆された。

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補助金(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)、他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53%と低く、横ばいで推移している。この原因の一つとして、琵琶湖等で湖水中に難分解性有機物が蓄積する現象が報告されている。難分解性有機物の蓄積量の増加を想定した将来的な湖沼生態系に与える影響については不明な点が多い。本研究では、クラミドモナスを用いて、水中に蓄積された難分解性有機物が藻類に及ぼす影響の評価方法を確立することを目的とする。ここでは、琵琶湖フルボ酸のクラミドモナスの鞭毛再生に対する影響について報告する。

2 方法

腐植物質は神戸大学が琵琶湖水中から分離したフルボ酸(以下、LBFAという)を用いた。LBFAは0.01N NaOH溶液に溶解後、0.01N HClでpH7に調整してLBFA標準原液とした。さらに0.01N NaOH溶液を0.01N HClで中和した溶液で供試濃度に調整した。供試生物は、2本の等長な鞭毛を持つ淡水産単細胞緑藻クラミドモナス(*Chlamydomonas reinhardtii*)を用いた。鞭毛切断後のクラミドモナス細胞懸濁培地にLBFAを添加した。実験開始後、1、4時間後の細胞を撮影した光学顕微鏡デジタル画像から、画像解析ソフトを用いて任意の50細胞の再生鞭毛長を計測した。対照区に対する各LBFA度区における再生鞭毛長の長短から影響を評価した。

3 結果

LBFA存在下における鞭毛再生は、最高濃度区(50mg/L)において1、4時間後の再生された鞭毛長と対照区との間に差は見られなかった。従って、琵琶湖水中で想定されるフルボ酸濃度(1mg/L程度)レベルでは、鞭毛再生に対する直接的な影響はないと考えられた。

一方、LBFAへの吸着等により鞭毛再生阻害が緩和される有害物質が存在する可能性があるため、LBFAの緩和作用の確認のため、引き続き実験を行う予定である。

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補助金(平成25～28年度)

田中仁志(代表)

共同研究機関:富山大学、他3機関

1 研究背景と目的

水圏生態系において極めて重要な機能を有するが、稀少化が進行するイシガイ科二枚貝(以下、単に二枚貝と表す)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た。ここでは生息環境調査結果について報告する。

2 方法

調査は天然記念物イタセンパ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M川およびN川(富山県氷見市、以下HM川、HN川と表す)で行った。採水はほぼ1回/月の頻度で行った。採水時には気温、水温などを測定し、実験室においてCOD、クロロフィルa(Chl-a)などの化学分析、遺伝子解析および必須脂肪酸解析を行った。

3 結果

HM川およびHN川のCOD値およびChl-a量はいずれも水田の灌漑期に大きい値を示した。これまでに微細藻類は重要な二枚貝の餌源と考えられており、成長期には微細藻類などの餌が十分量供給されていると推察された。

遺伝子解析の結果、各月におけるHM川とHN川のバンドパターンは毎月少しずつ変化し、周期的に繰り返すことが明らかになり、これらの変化は生息環境の長期的安定性を示す指標となる可能性がある。また、イシガイの腸内容物からも環境中と同種の細菌が検出された。

イシガイの脂肪酸組成を分析し、トロフィックマーカーとなる脂肪酸に注目して解析した。その結果、緑藻・藍藻に由来する脂肪酸、次いで珪藻に由来する脂肪酸が多い傾向にあった。細菌に由来する脂肪酸も検出され、細菌も餌として同化していることが示唆された。

以上のことから、HM川およびHN川はイシガイ類が生息するのに必要な環境である餌資源が安定して供給されていることがわかった。また、これまでに藻類が重要と考えられていたが、細菌類も重要な餌源であることが明らかになった。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補助金(平成25～27年度)

見島伊織(代表)

1 研究背景と目的

小規模分散型の排水処理において、鉄電解法を組み込み込んだリン除去型浄化槽が開発されている。優れた技術であるものの、リン除去機構については未解明な点が残されており、不溶態のリン酸鉄(FePO_4)の生成によるとの仮説にとどまっている。本研究では、このリン除去型浄化槽を対象として、現場のリン除去機構や最適運転条件を明らかにすることを目的とし、まず、基礎的な室内リン除去実験を行い、鉄電解量等の条件を検討した。また、共存イオンの影響を明らかにするため、リン除去に有効と報告されているCaを添加し、その影響を観察した。さらに、鉄電解汚泥のXAFS(X-ray absorption fine structure)による鉄形態解析から、リンとFeの結合形態について考察した。

2 方法

リン、カルシウムを設定した濃度で純水に溶解させ試験溶液とし、ビーカーに入れて実験に供した。電極を試験溶液に浸漬し、直流定電流を通電させ、Fe供給量を制御した。なお、電解中はばっ気および攪拌を行った。電解終了後にビーカー内混合液の一部を採取し、ろ紙5種Cでろ過した。電解前後の混合液および電解後のろ液について、P、Fe、Caの分析を行い、リン除去効果を比較した。混合液をろ過し、乾燥させた試料を立命館大学SRセンターのBL-3でXAFS測定した。得られた標準物質のスペクトルを7300eVで規格化し、試料のスペクトルとパターンフィッティングを試みた。

3 結果

電解後のろ液には電解前と同等のPが残存し、鉄電解によりFeを供給した後もほとんどのPが不溶化せずに存在していた。また、設定P濃度が高いほどろ液にFeが残存する傾向が認められたことから、PがFeの不溶化を阻害する可能性が示された。一方で、Fe濃度が増加するにつれて、ろ液のPが減少した。設定P5mg/Lに対しFe54mg/L($\text{Fe}/\text{P}=6$)で電解後のPが1mg/L以下に低下した。よって、共存イオンが存在しない状況では、一般的な $\text{Fe}/\text{P}=2$ 程度のFe添加では、PおよびFeが不溶化しないことが示唆された。他方、設定Ca濃度が低い条件では電解前と同程度のPが電解後のろ液に残存していたが、Ca濃度が増加するとろ液のPが減少した。このことから、Ca添加により、 $\text{Fe}/\text{P}=2$ においても混合液中のPおよびFeの不溶化が促進され、リン除去が良好に進行することが示唆された。XAFS解析の結果、Ca添加は不溶化物自体の生成を促進させる役割があると考えられた。

アレイの指向性制御によるFocused微動探査法の開発

(独)日本学術振興会科学研究費補助金(平成23～25年度)

白石英孝(代表)

共同研究機関:(独)産業技術総合研究所(平成25年度)

1 研究背景と目的

微動探査法は複数の微動センサ(微動アレイ)を用いて微動に含まれる表面波の位相速度を検出し、その分散を逆解析することにより地下の成層構造の物性(特にS波速度構造)を推定する技術である。この手法は堆積平野の資源・環境および地震防災問題等に広く適用できる受動的探査法で、強震動予測のための速度モデル同定や石油・天然ガス等の地下流体資源探査・長期モニタリングなどで活用されている。しかしながら、現行の微動探査法では、大深度になるに従って推定精度が低下し、また水平方向の分解能をもたないという問題をもつ。そこで本研究では、微動探査法で使用される微動アレイの深度方向指向性を制御し、計測対象付近にフォーカシングした地下情報の収集を可能にする新たな計測法の導出を試みる。

2 検討結果

深度方向指向性の形状は、センサ配置を変えることで一応の制御が可能であることが確認された。しかしながら今回の研究期間中では、地下の任意の位置へのフォーカシングを可能とする技術開発の実現には至らず、今後、更なる検討が必要である。また、本研究ではアレイ直下に平行成層の仮定が成立しない場合(例えば傾斜層や不連続構造の場合)に、フォーカシングによって正しい構造推定を可能とすることを目標としていたことから、今年度はアレイ直下が不連続構造の場合(2つの異なる地下構造の構造境界付近にアレイを設置した場合)の位相速度推定特性を数値実験等によって調べた。その結果、不連続構造上で微動探査法を行うと、位相速度は2つの地下構造の中間的な値を示し、誤差が生じることが明らかになった。この誤差を回避するにはアレイ直下に構造境界が存在するか否かを感知する必要がある。そこで、その指標について検討した結果、複素コヒーレンス関数の実部と虚部の比(観測点間の位相差に関連する量)を用いることで、構造境界の存在を感知しうる可能性があることがわかった。

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補助金(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、高い温度上昇率である(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)。

地下温度が上昇すると地中の微生物環境や生態系が変化したり、植物への生育へ悪影響等が懸念される。

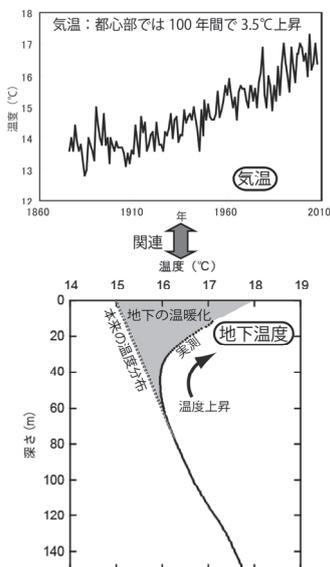


図1 地下温暖化の概念図

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。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。

3 結果

本年度は、東京都心(東京都文京区)で測定した地下温度データを用いて、ベイズの逆解析によって過去300年間の地表面温度履歴の推定を行った。この結果この100年間に10~12℃程度の温度上昇があったことが推定された。この解析手法は先験値の取り方によって結果も変わるため、この評価も併せて行った。

さらに関東平野における地下温度分布と比較するために関西地域の研究者と共同で大阪平野の地下温度測定を行った。現在データ整理を行っているところである。

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補助金(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、日本をはじめ世界各地で大きな環境問題になっている。砒素汚染に有効な対策を実施するには、汚染源や汚染範囲の特定とともに土壌から地下水への砒素溶出メカニズムの解明が不可欠である。

本研究では鉄還元型の砒素溶出に着目し、鉄酸化物分別溶解法を適用した簡便迅速な砒素溶出メカニズム解析手法を開発する。本研究では地下水砒素汚染が確認されている埼玉県中西部地域の地質試料を掘削し、この試料を用いて鉄酸化物分別溶解法を実施した。

2 結果と考察

鉄酸化物分別溶解法としては、ジチオナイトークエン酸ナトリウム混合溶液を用いる方法(DC法)、塩化ヒドロキシアンモニウムを用いる方法(TS法、改良BCR法)、シュウ酸-シュウ酸アンモニウム法(Tamm法)などが採用されている。本研究では、これらの抽出方法を用いて砒素溶出メカニズム解析手法としての適用性について比較検討した。

TS法、改良BCR法では、どちらもDC法やTamm法に比べて、砒素や鉄の抽出量が低値を示すことが判明した。TS法や改良BCR法では、抽出後も土壌試料は茶褐色であったことから、鉄酸化物の抽出が不十分であったものと考えられる。砒素のように鉄酸化物に強く吸着する元素は、残存した鉄酸化物に再吸着して抽出量が低値を示す可能性が高い。このことを確認するため、改良BCR法で試料を抽出後、連続的にDC法を行った。その結果、鉄とともに高濃度の砒素が抽出された。Tamm法では、DC法に比べ砒素抽出量は概ね一致したものの鉄抽出量は約2倍となった。Tamm法は、砒素吸着量の少ないマグネタイトも溶解することが知られている。Tamm法では、マグネタイト含有量の多少により、砒素と鉄の相関が得られなくなることが分かった。

土壌中の砒素は、イオン交換態や酸可溶性態としても存在している可能性が考えられる。そこで、既存の逐次抽出法で砒素の存在形態を解析した。その結果、本研究に用いた地質試料に含まれている砒素のほとんどは鉄酸化物態として存在していることが判明し、逐次抽出法の代わりに鉄酸化物分別溶解法をそのまま適用しても、イオン交換態や酸可溶性態の影響は大きな問題とならないことが確認できた。

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

—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(CREST)
(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)、他6機関

1 研究背景と目的

水資源管理問題は気候変動等により将来深刻化することが危惧され、本研究では、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

環境負荷推計モデルを用い、原料としての廃棄物系バイオマス発生量、堆肥化・CREST開発技術による製品需要量、環境負荷の制約下で、コスト最適化となる最適処理量・輸送量を市町村単位で推計する最適化モデルの作成を行い、埼玉県を対象として、処分量、窒素負荷削減の可能性と各種廃棄物系バイオマスの堆肥化の可能性について解析を行った。さらにCREST技術の導入によって処分量、窒素負荷の削減といったCREST開発技術の導入効果を評価するために、CREST技術の物質収支等の調査を行った。

3 結果

コンポスト化・焼却等既存の処理システムにおいて、製品需要量、窒素負荷を制約条件とし、コスト最適化となる最適処理量・輸送量を市町村単位で推計するモデルの開発を行った。埼玉県を対象として解析を行った結果、需要条件によって、処分量、窒素負荷削減の可能性は大きく影響されるとともに、廃棄物系バイオマス、特に厨芥・下水汚泥等の都市系の有機性廃棄物の堆肥化可能量も制約を受けると推測された。

さらに、ユズ皮のペースト化・飼料利用や精油・ペクチン等回収技術等のCREST開発技術の物質収支等の調査を行った。精油・ペクチン等回収技術については、使用薬剤であるイオン液体については、市場価格・GHG発生原単位が不明であるため、他の試薬等から推測を行った。

オゾン、VOCs、PM2.5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)、他8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 進捗状況

本年度は、メキシコ市内で特に高濃度である1地点において通年観測で得られた質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分のデータの精査をおこなった。また、これに伴って各分析装置の動作確認、不具合への対処、データ検証のための試料採取と日本の各分析装置による測定などをおこなった。以上を通じてメキシコ側の研究者・技術者への指導をおこなった。一方、メキシコの大気汚染状況との比較のため、大阪府堺市でも同様の装置を用いて、3日ごとの通年観測を継続した。

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)、他7機関

1 研究背景と目的

持続可能な低コスト・低メンテナンス・低環境負荷の環境汚染防止技術や廃棄物処分場修復技術の開発・導入により、スリランカ国の廃棄物問題解決への貢献を目指す。

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

本研究2年目の平成25年2～5月にかけて、湿潤及び乾燥地域における既存の最終処分場でボーリングを実施し、スリランカで初めてとなるモニタリング用の観測井を設置した。その後、観測井内の水及びガスを約1年間モニタリングした。

乾燥地域の観測井は場内保有水・地下水ともに年間を通じて枯れており、埋立地ガスのみ採取となった。これは年間降水量が1000mm以下で一時的な激しい雨が多いため、廃棄物層内への雨の浸透が少ないことが考えられる。ガス組成としては、メタンガス濃度が1%程度で低く、ほとんどが空気成分であった。このことは、廃棄物中の易分解性有機物の微生物分解が進んでいないことを示していた。目視で観察すると、処分場内の残存廃棄物は乾燥しており、水分が不足していたことが一因と考えられる。

湿潤地域の調査では、内部保有水のBOD値が最大でも120mg/Lと厨芥類主体の処分場では極端に低かったが、電気伝導率は最大1.2S/mと高い傾向にあった。なお、メタンガスは最高濃度が64.4%と高かった。

このような汚水や埋立地ガスの地域差を踏まえて、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を最終年度までに作成する予定である。

なお、平成25年12月にはSATREPSラボがペラデニヤ大学内に建設され、共用機材の搬入が年度内に完了した。

雨天時汚濁負荷の変動に伴うN₂O発生モデル化と多面的環境負荷削減効果の検討

公益信託下水道振興基金研究助成 (平成24～25年度)

見島伊織(代表)

共同研究機関: 茨城大学、日本大学

1 研究背景と目的

下水道分野の温室効果ガス排出量の内、10%程度が水処理プロセスから排出されるN₂Oである。N₂OはCO₂の約300倍の温室効果ポテンシャルがあることが知られており、その削減は急務の課題である。一方、合流式の下水処理施設へは雨天時に下水と共に多量の雨水が流入し汚濁負荷が変動すると同時に、排水の一部は未処理で公共用水域へ排出されるため環境への負荷が増大する。よって、下水処理プロセスにおいて、水圏だけではなく、水圏と大気圏を含めた雨天時の環境負荷削減対策を講じる必要がある。これらのことから、本研究では、雨天時の環境負荷削減について、多面的に検討することを目的とする。

2 方法

本年度は、埼玉県内の標準活性汚泥法を用いた下水処理場の1つの系において水質やN₂Oの調査を実施した。得られた結果について活性汚泥モデル (ASM2d) を用いて動力学的なモデル解析を行うこととした。流入水の分画、パラメータキャリブレーションを行った後に、雨天時のシナリオに分けた解析を行った。次いで、LIME2 (日本版被害算定型ライフサイクル環境影響評価手法) を用いて、総合的な環境影響評価を行った。

3 結果

硝化抑制や硝化促進の条件で、処理水窒素濃度などの実測値と計算値がほぼ等しくなったことにより、N₂Oの生成項を加えたASM2dは実処理場の窒素除去およびN₂O排出を表現可能と考えられた。雨天時を想定し、本モデルに未処理での放流項を加え、環境影響を総合的に考察することとした。雨天時の流量増大させた場合、雨天時に流量が増大した際に一部を簡易放流させた場合などのシナリオで、ASM2dを用いた解析を行い、定常解を得た。得られた水質およびN₂Oを使用しLIME2を用いて、温室効果ポテンシャルや富栄養化ポテンシャルを指標とした環境影響評価を行った。環境負荷としては、概ね温室効果ポテンシャルよりも富栄養化ポテンシャルの負荷が高かった。よって、雨天時に環境への負荷を減少させるには、窒素除去を最大限に行うことが肝要と考えられた。このように、雨天時環境負荷の算定を行う基盤を構築することができた。得られたモデルを用いれば、環境負荷を最小限にする運転条件の選定のために非常に有用なツールとして利用できると考えられた。

生物学的窒素除去におけるN₂O発生のモデル化および制御

公益財団法人鉄鋼環境基金研究助成(平成24~25年度)

見島伊織(代表)

共同研究機関:茨城大学、日本大学

1 研究背景と目的

下水処理場から排出されるN₂Oにはばらつきがあることから、排出量を正確に算定するためには、同一の排出係数を用いて計算するのではなく、処理場から排出されるN₂O生成活性を測定することが重要と考えられる。よって、N₂O生成に関連する反応に着目し、実下水処理施設のN₂O生成速度を評価することを本研究の目的とした。そのために、硝化が完全に進行している施設(施設A)および硝化が抑制されている施設(施設B)の活性汚泥を使用し、窒素源を強制的に添加した際のN₂O生成速度を評価するための初期NO₂-N濃度、反応時間について検討した。そして、曝気風量などに変化があり、窒素除去特性が大きく変化した実下水処理施設(施設B)から集中的に活性汚泥を採取し、N₂O生成速度を定期的に調査した。以上の結果を総合し、実下水処理施設においてN₂O生成の反応経路を考察するとともにN₂O排出を低減できる条件を検討した。

2 方法

下水処理施設の反応槽から採取した活性汚泥を用いて硝化速度を求めめるための硝化活性試験やヘッドスペース型のN₂O生成活性試験を行った。また、窒素の代謝に寄与する活性汚泥中の微生物を調査した。

3 結果

まず、予備試験を行い、N₂O生成活性試験のNO₂-N添加濃度や反応時間などの条件を確定させた。次いで、硝化の抑制や促進が観察された実下水処理施設の活性試験を行ったところ、硝化を抑制した運転をした際には、NO₃-N生成活性は低く、N₂O生成活性が高かった。また、硝化を促進した際には、NO₃-N生成活性が高く、N₂O生成活性が低くなった。これは、亜硝酸酸化細菌(NOB)の活性が低い際にはNO₂-N還元が卓越し、NOBの活性が高まるとNOBのNO₂-N酸化が卓越することによって生起すると考えられた。一方、分子生物学的手法からアンモニア酸化細菌(AOB)およびNOBを定量すると、硝化が完全に進行した際には*Nitrospira*が多量に観察された。よって、*Nitrospira*が多量に発現するように硝化反応を進行させることで、N₂O排出を抑制できると考えられた。本研究では、実処理場においてN₂O生成速度を評価できた。また、本評価を応用して、N₂O生成経路を特定すること、N₂O排出量を低減できる条件を考察することを可能とした。

水質解析による水道管内面劣化診断手法の開発

科学技術振興機構復興促進プログラム(A-STEP)

(平成24年度~25年度)

見島伊織

共同研究機関:(株)環境測定サービス(プロジェクトリーダー:黒羽徹)、茨城大学(研究責任者:藤田昌史)、茨城県工業技術センター

1 研究背景と目的

水道管の老朽化対策は、わが国の水道事業における重要な課題のひとつである。水道管は1970年代に集中的に整備され、今後一斉に更新期を迎えることになるため、老朽化対策は急務の課題である。一方で、内面が劣化した水道管からは黄色や赤色の金属酸化物が検出され、その主な構成成分はFeであることが多い。Feの形態解析には、X線を用いたXAFS(X線吸収微細構造)測定が有効である。これは、吸収端近傍のXANES領域にて、未知試料のスペクトルを複数の標準物質のスペクトルにてフィッティングさせ、未知試料中の元素を議論する方法である。湿潤試料にも適用できるため、試料が持つ生の情報を得られる。よって、本研究では、水道管の水試料を対象として、XAFS測定を行い、溶出したFeが水道管内でどのような形態に変化するかを調査し、内面劣化との関連を探ることを目的とした。

2 方法

採水は茨城県日立市における水道管ネットワークを対象とし、Feの化学形態分析用に樹脂ライニング管2地点、無ライニング管1地点より水試料を得た。孔径0.22 μmのメンブレンフィルターを用いてFeの化学形態分析用には20L、元素濃度分析10Lの水試料をろ過し懸濁物を得た。元素濃度はフィルターを硝酸および過塩素酸を用いて溶解した後、ICP-AESにより金属などを分析した。Feの化学形態は、湿潤状態の懸濁物を立命館大学SRセンターのBL-3でXAFS分析することにより測定した。測定モードは試料では蛍光収量法、標準物質では透過法とし、分光器はSi(220)を用いた。

3 結果

懸濁物組成はいずれの地点もFeの占める割合が高かった。各地点の懸濁物態Feの化学形態の存在比率を、腐食にみられる化学形態Fe₃O₄、α-FeOOH、α-Fe₂O₃の3形態からなると仮定して計算した。その結果、樹脂ライニング管に比べ、腐食が懸念される無ライニング管では、α-Fe₂O₃の比率が高い結果となり、Feの化学形態により腐食が検出できる可能性が示された。このとき、フィッティングの整合性を表す指標Rは十分に低かった。今後は、本研究のFe形態の解析技術を、水環境試料や排水試料に適用することで、水環境の保全に貢献する情報を得ることも可能と考えられた。

大気環境の改善とバイオマス由来粒子の組成に関する調査研究

(一財)日本自動車研究所委託研究費(平成25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、二次生成する有機粒子には顕著な改善は見られず、年間を通じてバイオマス由来の炭素粒子の相対的寄与の増加が指摘されている。これらを踏まえ、この2年間は冬季のバイオマス焼却に由来する有機粒子を対象とした組成分析を実施してきた。本年度は、加須市郊外の田園地帯で夏季のPM_{2.5}を採取し、そこに含まれるバイオマス由来二次生成粒子の分析方法を確立し、その組成を分析した。

2 方法

環境科学国際センター生態園において、PM_{2.5}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、9:00~17:00を基本として19回実施し、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(レボグルコサン、ピノン酸、2-メチルトテロール)について分析した。

3 結果

PM_{2.5}中の無機イオン成分はNH₄⁺と陰イオン3種(SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻)が大部分であった。Cl⁻濃度は、NO₃⁻やレボグルコサンの濃度と正相関を示し、野外燃焼に起因することが示唆された。また、陽イオン及びSO₄²⁻の濃度は、PM_{2.5}平均濃度やオキシダント最高濃度と正の相関を示すことから光化学生成の指標となると考えられた。

Char-EC/Soot-ECと相関が得られた成分は、7月はChar-EC、TEC、Cl⁻及びOC1であり、8月はレボグルコサンのみであった。これらのことから、7月はバイオマス以外の野外焼却の寄与が大きく、8月は7月に比べバイオマス燃焼の寄与が大きかった可能性があると考えられた。

バイオマス由来の有機マーカ成分3種の濃度は、7月に比べ、8月には濃度が減少した。レボグルコサン濃度は、オキシダント最高濃度と負の相関を示し、光化学酸化による影響が示唆された。一方、cis-ピノン酸及び2-メチルトテロールの濃度は、オキシダント最高濃度と正の相関を示すことから、光化学的な二次生成が示唆された。

済州地域における微細粒子の排出源推定のための超微粒子状物質調査

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。このような中、韓国済州道では、大気汚染の観測研究が増えてきたものの、長期的かつ体系的なものではない。また、我々は、これまで微小エアロゾルに関して中国との共同観測を行ってきたが、中国と日本の中間に位置する済州島で、同時に観測を行うことは非常に有効である。

2 方法

毎月2週間、韓国済州島のハルラ山の標高1100m地点でPM_{2.5}およびPM₁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、3~4月(予備調査)、8月、10月、1月の試料については金属元素成分の分析を行った。8月と1月は中国、日本の他の地点と同期し、同様のPTFEフィルターを用いて試料採取を行った。

3 結果

図1に済州島ハルラ山におけるPM_{2.5}濃度、PM₁の濃度の推移を示す。4月~翌年2月までの合計134日の測定データから求めた平均値は、10.4 μg/m³であった。中国および日本国内で同時期に試料採取を行った夏季は6.9 μg/m³であり、他の地点と比較すると、日本および中国の都市部より低く、富士山頂より高いレベルであった。

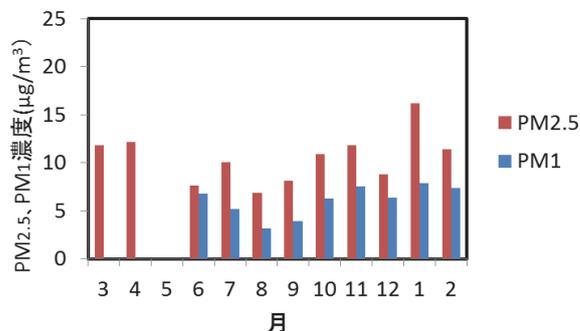


図1 済州島ハルラ山のPM_{2.5}、PM₁濃度
(5月は試料採取無し、6月は1週間のみ)