

<特集> 第46回環境保全・公害防止研究発表会

各座長によるセッション報告

大気 I

千葉県環境研究センター

横山 新紀

本セッションでは、PM<sub>2.5</sub>に関して3題、六価クロム化合物調査について1題の研究発表があった。

「和歌山県海南市におけるPM<sub>2.5</sub>中のレボグルコサン濃度を含めた発生源解析」（和歌山県環境衛生研究センター）の発表は、バイオマス燃焼は秋季のPM<sub>2.5</sub>濃度を上昇させる一因と考えられていることから、バイオマス燃焼の指標となるレボグルコサン等の有機炭素成分の測定を行い、四季調査のPM<sub>2.5</sub>成分測定の結果とともにPMF解析を行って発生源の推定を行ったものである。調査地点は和歌山県海南市の大気汚染常時監視測定局であり、2015～2017年にのべ14日間にサンプリングを行った。その結果、PMF解析の24成分/6因子の結果から得られた発生源を検討したところ、海南市におけるPM<sub>2.5</sub>発生源は硫酸塩（石炭燃焼）、硫酸塩（重油燃焼）、バイオマス燃焼の3因子で8割を占めていた。また夏季に重油燃焼の寄与が秋季にバイオマス燃焼の寄与が大きい特徴も見られた。このことから、PM<sub>2.5</sub>発生源として船舶や工業地域で発生した重油燃焼由来の硫酸塩濃度の影響と農繁期後の野焼きの影響が考えられた。質疑では、海南市の地理的な特徴や光化学反応とPM<sub>2.5</sub>成分について、コハク酸、ピノン酸、シユウ酸の由来などが取り上げられた。

「福井県におけるPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析」（福井県環境衛生研究センター）の発表は、福井県のPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析のために、PMF解析とWRF/CMAQ解析を行ったものである。調査地点は福井県内の3地点（沿岸部の越廼、市街地の福井、山間部の六呂師）であり、平成29年度までの四季調査の結果を用いた。なお、WRF/CMAQ解析は福井局を対象とし、高濃度のPM<sub>2.5</sub>が観測された平成27年夏季について計算を行った。PMF解析では、硫酸系2次粒子が3地点とも年間平均で最も寄与割合の高い発生源であった。近隣に大規模発生源のない山間部でも割合が高いことから、越境汚染などの広域的な影響が示唆された。バイオマス燃焼は2番目に寄与割合の高い発生源で、どの地点でも秋に上昇する傾向が見られたことから、この時期に福井平野で行われる稲わら焼却が主な原因と考えられ

た。土壌成分については寄与割合は低いものの、どの地点においても春に高くなった。地点差がないことから広域的な影響であり、大陸から飛来する黄砂が主要因と考えられた。海塩成分については秋冬に上昇し沿岸部に位置する越廼で最も顕著な影響が見られた。WRF/CMAQ解析では、福井のPM<sub>2.5</sub>成分の和についてCMAQの計算値と観測値を比較したところ、現況をよく再現できていた。ゼロアウト法により発生源寄与割合を検討したところ東アジアからの寄与割合が高かった。これは越境汚染の影響が示唆された成分分析の結果とも一致した。質疑では、計算領域のメッシュの大きさなどの議論が行われた。

「夏季におけるPM<sub>2.5</sub>中の人為起源・植物起源二次生成有機マーカーの挙動」（群馬県衛生環境研究所）の発表では、今後のPM<sub>2.5</sub>の対策には有機粒子の低減策について検討する必要があるが、この環境中での動態や発生源寄与に関する知見は十分ではない。そこで、二次生成有機エアロゾル(SOA)の知見を得るために、人為起源(ASOA)、植物起源(BSOA)の各種有機マーカーの分析法を検討して2018年夏季に大気観測を行ったものである。観測は前橋と赤城で実施し、有機マーカーの分析はレボグルコサン分析に用いられる溶媒抽出—誘導体化GC/MS法を用いた。また、解析にあたっては前橋のPM<sub>2.5</sub>濃度及びOxの常時監視データも用いた。前橋では、7月15日～22日にかけてPM<sub>2.5</sub>濃度の上昇が見られ、OCとSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度も高かった。この期間は概ねWSOC濃度も高く、Ox濃度の増加とともにWSOC濃度も増加することから、SOA生成による影響と考えられた。また、Ox濃度の増加とともにASOA、BSOAも増加することが捉えられたことから、夏季のPM<sub>2.5</sub>濃度上昇にはSOAが寄与していた。質疑ではSOAの健康影響について、SOAの動態などについて議論が行われた。

「大気粉じん中六価クロム化合物の測定結果について」（大阪府立環境農林水産総合研究所）の発表では、平成31年3月に改定された環境省の有害大気汚染物質測定方法マニュアルに基づき、大阪府で今年度六価クロムの測定を実施したものである。調査は常時監視測定局の泉大津局と富田林局で実施し、測定は4月から8月まで有害大気汚染物質モニタリングに合わせて24時間サンプリングを行った。ブランク値については乾燥時の大気中のクロムの影響が懸念されたが、ろ紙作成後3ヶ月経過したブランク値についても操作ブランクの目標値である0.04ng/m<sup>3</sup>を下回った。またトラベルブランクについても

操作ブランク値との有意な差は見られなかった。六価クロム濃度平均値は泉大津局で0.15、富田林局で0.098ng/m<sup>3</sup>であった。質疑ではトラベルブランクの汚染原因について、六価クロム発生源などについて議論が行われた。改定されたマニュアルによる貴重な調査結果であり、他の自治体の参考になるものと思われた。

## 大気Ⅱ

### (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

田和 佑脩

本セッションでは、PM<sub>2.5</sub>に関して5題の研究発表があった。

「テープろ紙によるPM<sub>2.5</sub>高濃度事象時のイオン成分測定結果と大気マイクロPIXE法による元素分析の試み」(群馬県衛生環境研究所)の発表では、高濃度が観測された3つの期間におけるイオン成分と常時監視データとの解析結果について及び大気マイクロPIXEの分析結果について報告が行われた。観測は、PM<sub>2.5</sub>自動測定機のテープろ紙を利用して行われた。1つ目の期間では、風向風速の条件とともに、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NO<sub>x</sub>、O<sub>x</sub>の挙動、またK<sup>+</sup>濃度の上昇から植物燃焼に由来する粒子が多く含まれた汚染物質の輸送が高濃度の原因であると推察している。他の2つの期間についても、イオン成分、常時監視データの時間変化から観測される昼夜変動の違い、そして風速や降水などの気象条件の違いから、それぞれ異なる濃度上昇の原因を推察していた。さらに大気マイクロPIXE法では、元素凝集や粒子単位での組成評価ができる可能性が見出された。高時間分解能での成分分析に加え、大気マイクロPIXE法による新たな分析方法を組み合わせることで、さらなる現象解明につながる知見となっている。今後のPM<sub>2.5</sub>研究の参考となるであろう。

「兵庫県神戸市におけるPM<sub>2.5</sub>中の有機物の分析」(公財)ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター)では、多環芳香族炭化水素類(PAHs)、レボグルコサン、コハク酸等の有機成分の分析結果から、PM<sub>2.5</sub>濃度との関係性について報告がなされた。発表では、ベンゾ[a]ピレンとベンゾ[e]ピレンの比からPM<sub>2.5</sub>の特徴として長距離輸送の影響があることの推定がなされた。また、レボグルコサンとK<sup>+</sup>濃度の上昇からバイオマス燃焼が、コハク酸濃度の上昇から二次生成がPM<sub>2.5</sub>濃度に影響している可能性が指摘された。これらの有機成分は、発生源推定に有用である有機マーカーとして注目されている。今後もこのようなデータが蓄積されていくことにより、PM<sub>2.5</sub>の

発生源推定に有用な知見がもたらされることが期待される。

「石川県における微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)中の多環芳香族炭化水素類の特徴について」(石川県保健環境センター)の発表では、常時監視期間における3年間のPAHsの測定データからPAHsの実態について報告がなされた。PM<sub>2.5</sub>濃度とPAHs濃度との連動性は確認されないことが報告された。そして総粉じん中のPAHs濃度とPM<sub>2.5</sub>中のPAHs濃度の比から、暖候期よりも寒暖期にPAHsが微小粒子側に偏在していること、また相対湿度が高くなるとPAHs濃度が低くなる特徴があると報告された。本研究に関する先行研究は少ないことから、今後はデータをさらに蓄積し、本研究から得られた結果の原因解明について掘り下げた検討を期待したい。

「Deep Learningによる簡易PM<sub>2.5</sub>センサーの補正について」(名古屋市環境科学調査センター)の発表では、PM<sub>2.5</sub>簡易センサー(SDS011)とPM<sub>2.5</sub>自動測定装置(PM712)との比較から、センサーの補正の検討について報告がなされた。PM<sub>2.5</sub>濃度について、単回帰分析では相関係数は0.72であるが、湿度、温度、気圧を説明変数とした重回帰分析では0.80となり上昇した。さらに、Deep Learningを用いた非線形モデルでは相関係数が0.90まで上昇したことが報告された。また、気象条件では湿度が高いほどSDS011で値が高くなることが報告された。Deep Learning技術は様々な分野で応用され始めている段階であり、本研究は大気分野での研究における活用事例として他の研究機関の参考となるものである。今後は気象条件だけでなく成分についての検討もされていく予定であり、さらなる展開が期待される。

「島根県における高濃度PM<sub>2.5</sub>出現時の気象状況について」(島根県保健環境科学研究所)の発表では、後方流跡線を用いて高濃度事象が発生する気象要因の検討について報告がなされた。平成25年度～平成30年度の6年間での高濃度時の後方流跡線解析の結果から、大気塊は国外からの到達が約7割であり、特に中国以北から朝鮮半島を経由するパターンが全体の5割を占めているとのことであった。だが、平成27年度以降は上記パターンが平成25年度時に比べ3割程度まで減少しており、このことが平成27年度以降の高濃度事象の大幅な減少に影響を与えているとの推察がなされた。これらの結果は他の地方環境研究所にも参考になるであろう。

以上、本セッションではPM<sub>2.5</sub>に関する発表において、PAHsやレボグルコサンという主要成分以外の成分や気象条件を用いた考察、さらには大気マイクロPIXE法、Deep Learningなど最新の技術を用いた研究がなされていた。PM<sub>2.5</sub>などの大気汚染は一元的なデータでは解明が困難である。今回の発表のように、様々なデータからの解析や

事例研究が増え、情報発信されることを期待したい。

## 大気Ⅲ

### 群馬県衛生環境研究所

熊谷 貴美代

本セッションでは、PRTR制度に関わる推計手法、シミュレーション、大気汚染常時監視データの解析、降水に関する研究など大気環境に関わる幅広い内容で5題の研究発表があった。

「PRTR制度における化学物質の排出量・移動量を用いた取扱量推定の検討」（大阪府立環境農林水産総合研究所）の発表では、PRTR届出データから化学物質の取扱量の推定を試みた。PRTR制度では排出量と移動量が届出されるが、これらのデータと取扱量を独自に把握している自治体のデータを利用し、化学物質取扱量の推定方法を検討した。算出された推定取扱量の妥当性を評価したところ、対象186物質のうち約6割の化学物質は誤差率が比較的小さく、本手法の妥当性が確認された。自然災害や工場火災などの事故に対して、事業所が取り扱っている化学物質の種類と量を把握することは、リスク管理の一つとして重要である。本手法についてはさらなる精緻化をめざすとのことで、今後の展開に期待したい。

「シミュレーションモデルを用いた北海道における大気中VOC濃度の推定」（北海道立総合研究機構環境科学研究所）では、大気拡散モデルMETI-LISとAIST-ADMERを組み合わせてVOC濃度を推計する手法の検討結果について報告された。VOC濃度の推計は、PRTRデータを元に固定発生源の影響だけでなく移動発生源の影響も加味して算出する。トルエンやベンゼンについて推計濃度と実測濃度と比較した結果、発生源近傍地点においては24時間値の変動は概ね一致したが、道路近傍地点ではばらつきが見られた。また、年平均値で比較すると推定値/実測値の比は0.5~2の範囲に収まり、環境リスク評価などへの利用可能性が示された。本研究のVOC推定手法は、PRTRデータの有効活用につながるものであり、これをモデルケースとして他の自治体への利用展開が望まれる。

「常時監視データを用いた大気汚染物質の地域分布の検討」（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）の発表では、大気汚染物質の地域分布と測定局間の類似性等の把握を目的に統計解析を行った結果が報告された。東京都の一般局47局及び自排局35局のNO<sub>2</sub>、SPM、PM<sub>2.5</sub>の日平均値について、測定局間の相関分析からSPMは相関係数が経年的に上昇傾向であることが示された。これは、SPM

発生源の局所的な影響が小さくなり、各測定局で同様の濃度変動を示すようになったためと考察された。またクラスター分析では、SPMの場合は一般局と自排局の区別無く地理的な位置関係や都市規模に対応する分類結果が得られた一方で、NO<sub>2</sub>は自排局だけのクラスターが分類された。大気汚染状況の地域分布を明確に分類できており、説得力のある解析結果であった。大気汚染状況は改善傾向にあり、財政状況も変わっていく中、遅かれ早かれどの自治体も測定局の配置を見直す機会が来ると想定される。本研究の手法は、大気モニタリング計画検討に資する科学的根拠が得られ、他の自治体でも大いに参考になると考えられる。

「燃料蒸発ガスのインベントリ作成と大気環境への影響の評価」（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）では、駐車中のガソリン自動車から排出される燃料蒸発ガスについて、排出インベントリの作成とオゾンや二次有機粒子生成に対する影響評価について報告された。燃料蒸発ガスは、車両情報や駐車頻度、土地利用、気温などを考慮しVOC排出量を推計している。この排出インベントリを元に化学輸送モデルを用いた感度解析を行った結果、特にPermeation（燃料配管からの染み出し）由来の蒸発ガスを減らすことがオゾンと二次有機粒子の減少に有効であることが示唆された。VOCは光化学オキシダントとPM<sub>2.5</sub>の原因物質として重要視されており、本研究の成果は今後の大気汚染対策を検討する上で重要な知見である。

「雲の発達と降水成分濃度の関係—非海塩硫酸イオン濃度について—」（千葉県環境研究センター）の発表は、千葉県内で周辺に発生源のない地点において降水中のnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が高い要因を探るために、日本海側における雪雲生成とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の関係に着目した観測研究の内容であった。降雪のイオン分析と気象データの解析から、活発な対流活動により雪雲が発達すると降雪中のnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が上昇することが見いだされた。また雪雲のタイプによって洗浄比率が異なるという結果が得られた。これらの観測結果は、酸性雨の要因解明だけでなく大気中の物質循環を把握する上でも貴重な知見と考えられる。

以上、各機関から地域の大気環境問題に対応した研究事例が報告された。どの発表も新規性や独創性が高く、興味深い内容であった。バリエーションに富んでいた分、参加された方々にとっても様々なヒントが得られたことと思う。

## 水環境 I

(公財) ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター

宮崎 一

本セッションでは、汽水湖、人工海浜、湖沼、海域に亘る多様なフィールドにおける調査研究として興味深い4題の発表が行われ、熱心な質疑応答が行われた。以下にその概要を記載する。

「湖山池の再汽水化と塩分・溶存酸素濃度の推移」では、2012年3月から海水の流入を制限していた水門を開放して開始した、汽水湖の再生に向けた取組みに係る水環境データの整理・解析について報告された。

再汽水化開始前(2012年2月まで)、再汽水化直後(2012年3月から2013年まで)、再汽水化後(2014年)の3期間に分けて解析が行われた。

再汽水化直後は下記に長期的な塩分躍層及び貧酸素水塊が確認されたが、2014年以降は湖山水門の切欠通水運用により塩分の低下がみられ高塩分水塊の規模も縮小傾向であることが示された。高塩分水塊は水深の深い地点でよく観察された。

また、再汽水化後の塩分濃度は潮位と中程度の相関があることが示され、潮位の上昇が湖内の塩分濃度の上昇に影響していることが示された。

「川崎市東扇島東公園人工海浜『かわさきの浜』における里海創生の試み」では、災害発生時には内閣府所管の基幹的防災拠点となる「川崎市東扇島東公園」に関して、平時管理者である川崎市が市民からの要望に応じて市内では約50年ぶりに整備した「かわさきの浜」里海創生に関して報告された。

造成当初はアサリ等生物の自然定着が確認されたが、過大な人数の来訪による採取圧が高まり過ぎたこともあり、アサリ生物量は減少し未だ当初ほどの回復にはいたっていない。

アサリ生物量の回復は里海創生に繋がることから、国立環境研究所と地方環境研究所等によるⅡ型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生物生息環境と生態系サービスに関する検討」において山口県樫野川河口干潟において効力を発揮した被覆網をアサリ生物量回復手法として選択し、実証試験を実施中である。

「印旛沼におけるオニビシ繁茂中の水質調査」では、未だ富栄養化が継続する印旛沼において繁茂し、利水への影響が懸念されているオニビシに関して、オニビシ繁茂地点とオニビシ不在の地点において実施された水質調査について報告された。

COD、全窒素、全リン等の週1回の採水による水質調査で

は両地点において明瞭な違いは認められなかった。

近隣の気象観測所のアメダスデータ及び多項目水質計を活用した水質の連続調査結果からは、両地点において風による底質からの巻き上げによる濁度の増加が考えられる一方、クロロフィルaと溶存酸素はオニビシ繁茂地点が低くなり、オニビシの浮葉による遮光効果が示唆された。

「海水中の栄養塩濃度が微生物による有機物の分解に及ぼす影響」では、瀬戸内海の播磨灘等多くの海域で問題となっている全窒素濃度の低下とCOD(化学的酸素要求量)の増加について、播磨灘における窒素不足の現状把握、栄養塩不足の海水に存在する有機物の分解可能性と栄養塩添加による有機物分解速度の上昇の有無について報告された。

播磨灘中央部から北部では溶存有機物の炭素と窒素のモル比(DOC/DONモル比)が既報の10.2より高く、微生物が溶存有機物を分解するために必要とする窒素が不足していた。また、栄養塩添加なしの実験結果からは有機物分解を介したDIN(溶存性無機窒素)の放出が示唆された。一方、栄養塩の添加の有無による有機物分解速度の変化はこれまでのところ認められていない。

本セッションでは、1及び2題目において汽水湖の再生、都市域での里海創生のような水環境の場の変化を伴う環境修復という今後の増加が見込まれる課題から、3題目における湖沼の富栄養化に対して4題目の海域での栄養塩不足のような栄養塩量に関する過不足の両面に関する課題が報告された。これらに対応するには、地元の環境条件の熟知、従来からのモニタリングの継続によるデータの集積、将来に亘る順応的管理が求められ、地域に密着して息の長い調査研究を実施する地方環境研究所の出番であり、課題の性状に応じて国立環境研究所を基軸とした共同研究による深化、発展が望まれる。これらのことを踏まえて地方環境研究所における調査研究活動が今後一層活発となることを期待する。

## 水環境 II

和歌山県環境衛生研究センター

山本 道方

本セッションでは、水質に関わる4題の調査・研究発表が行われた。

「空中ドローンを用いた島根県宍道湖における水草等の繁茂状況調査」(島根県保健環境科学研究所、島根大学大学院自然科学研究科、港湾空港技術研究所)では、

島根県宍道湖において顕在化している水草等の繁茂状況調査について報告があった。水草によって顕在化した悪臭等問題への適切な対応を目指しており、その知見の集積は、今後宍道湖における水草の繁茂非繁茂の要因だけでなく、湖沼の汚濁メカニズムの解明に寄与していくものと期待される。今回の報告では、空中ドローンを用いた航空写真の解析に着目することで、目視では困難であった沖合方向の繁茂状況を把握し、宍道湖全域の水草の繁茂域を正確に把握することができた。さらに繁茂状況の経年変化や面積の数値化等予定されており、より正確な状況把握が宍道湖の水草対策等につながっていくことが期待される。

「浅海域底泥からのリン溶出とDO消費に関する検討」(公財)東京都環境公社東京都環境科学研究所)では、東京内湾部の水質改善を目指した取り組みについて報告があった。基礎的知見を収集することで、内湾部において喫緊の課題となっている貧酸素水域や赤潮発生の改善につなげる。今回の報告では、東京都内湾部底泥を用い、酸素消費とリン溶出について律速因子に着目した検討の結果、NO<sub>3</sub>-Nが一定程度以上の濃度で直上水中に存在する場合底泥からのリン溶出が抑制されることを確認した。これらの科学的知見が施策等に反映され、東京内湾部の水質改善に役立てられることが期待される。

「河川感潮域に形成された干潟の塩分濃度と有機物分解活性の関係」(広島県立総合技術研究所保健環境センター、国立環境研究所)では、河口干潟の有機物分解特性について報告があった。汚濁負荷の浄化という観点から干潟の機能を把握する取り組みであり、広島湾沿岸海域の環境保全に役立てられることが期待される。今回の報告では、河口干潟の塩分濃度等が変化する特殊な環境下における有機物分解活性に着目し、その挙動を明らかにすることで、河口干潟が潮汐による塩分変動に対応した幅広い活性を示すことを明らかにした。今後、さらに理解が深まり、河口干潟の浄化機能の解明につながることを期待される。

「樫野川河口干潟における干潟耕耘の効果について」(山口県環境保健センター、国立環境研究所)では、効果的な耕耘方法や耕耘効果の検証結果について報告があった。かつての資源豊かな干潟の再生を目指し、アサリの復活を象徴とした里海再生活動の一環として取り組む。今回の報告では干潟耕耘に着目し、稚貝の定着促進や地盤の軟化、夏場の泥温上昇を抑制することで、アサリの生息環境の改善に寄与するものであることを検証した。今後、さらなる検証が予定されており、科学的な知見の集積が樫野川河口干潟の再生に役立てられるものと期待される。

## 水環境Ⅲ

島根県保健環境科学研究所

神門 利之

本セッションでは、水中の物質の機器分析法検討に関する研究3題が発表された。

「懸濁態有機炭素を多く含む河川水に対するTOC測定法の検討」(埼玉県環境科学国際センター・埼玉県浄化槽協会)では、TOC計による測定ではPOC分を過小評価するおそれがあるという既報に対して、TOC計を用いた解決方法の検討結果が報告された。その中で、①NPOC法では藻類の有機物が完全には計測されずTOCが過小評価され、前処理として超音波処理をしても効果はない。②TC-IC法では藻類由来の有機物を計測できるが、ICが高い試料ではTOCが過小評価されることがある、ことなどが示された。今後は、触媒や燃焼条件の改善によりTC測定の際にICが完全に計測されるようにするか、あるいは試料のIC濃度をある程度低減するような前処理法を開発する必要がある、と報告された。

「LC/MS/MSによる水質中のアルキルアミドプロピルペタインの分析法の検討 - 定量NMR法の環境分析への適用 - 」(和歌山県環境衛生研究センター)では、環境省委託化学物質分析法開発(LC/MS)における検討等で得られた主な知見が報告された。本分析法の開発では定量に必要となる標準物質が存在しないため、定量NMRを環境分野の微量分析に適用し、工業製品の値付けを行ったことが特徴である。また、今回開発した分析方法の精度を検証するためバリデーションデータを取得した。検量線の直線性はR<sup>2</sup>=0.9954~0.9995を示しており、各同族体で良好であった。検出下限値は1.1~12 ng/Lであり要求下限値60 ng/Lを満足した。環境試料を用いて添加回収率を求めたところ83%~107%が得られ、良好であったことなどから、環境分析に適用することが出来たことが報告された。

「LC-QTOF/MSを用いた高極性物質のスクリーニング法の検討」(神戸市環境保健研究所)では、平成29年度~30年度の化学物質分析法開発調査において開発された分析法を用い、神戸市内の環境水中のメトホルミン及びピリドスチグミンの実態調査に加え、近年導入したLC-QTOF/MSを用いたスクリーニング分析を試み、その結果についてもあわせて報告された。メトホルミン及びピリドスチグミンの実態調査については、5つの調査地点中、メトホルミンについては、全5地点から、ピリドスチグミンについては、清浄な河川上流水1地点を除いた4地点から検出された。メトホルミンは糖尿病治療薬、ピリドス

チグミンはコリンエステラーゼ阻害薬であり、家庭や病院等で使用され、下水処理場が大きな排出源となっていることが示唆された。また、メトホルミンは、下水処理水から1.0 µg/L オーダーの濃度が検出され、かつ全地点からも検出されているため、広範囲の使用が示唆された。また、LC-QTOF/MSを用いたスクリーニング分析では、分析結果のライブラリ検索により、Lidocaine(局所麻酔薬、不整脈治療薬)、Methylone(覚醒剤向精神薬)、Disopyramide(不整脈治療薬)、Sulpiride(抗精神病薬)、Sitagliptin(糖尿病治療薬)など様々な化学物質が検出された。今後定量に向けた準備を行うとともに、試験溶液の調整法についても検討していく必要があると報告された。

以上のように本セッションでは、水質の機器分析法検討に関する研究について報告が行われ、従来から使用されている機器の問題点の解決策や、最新の高額な分析装置を利用した分析方法の開発などが示された。昨今の地方環境研究所では、熟練した職員の引退による技術継承の問題が顕在化する上に、最新の高額な分析装置などの導入が難しくなる状況の中、このような困難な研究に果敢に挑む方々の発表が聞けたことは非常に心強く感じるものであった。

## 水環境IV

広島県立総合技術研究所保健環境センター

後田 俊直

本セッションでは、「硫黄山噴火に伴う異常水質対策について」、「下水処理場におけるMAP対策について」、「相模湾漂着マイクロプラスチックに吸着したPCBの実態及び発生源の推定」の3題の発表が行われた。

「硫黄山噴火に伴う異常水質対策について」(宮崎県衛生環境研究所)は、平成30年4月19日に発生した硫黄山の噴火に伴い川内川で環境基準を超過した砒素の除去方法を検討した結果を報告したものである。砒素の除去は鉄共沈法が一般的だが、河川水中に含まれる多量の鉄を利用し、中和のみで砒素等の有害物質が除去できることが確認された。また、中和剤の種類、必要量、沈殿物の再溶出の検討がされていた。現在は炭酸カルシウムによる実河川実証試験が行われている。日本は世界有数の火山国であり、他地域の事例への応用も期待されることから低コストで有効な除去方法の確立が望まれる。

「下水処理場におけるMAP対策について」(長野県環境保全研究所)は、下水処理場の消化汚泥の配管がリン酸マ

グネシウムアンモニウム(MAP)の形成によって閉塞するのを防ぐために、工程ごとのMAP構成成分等を把握し、効果的な抑制剤(ポリ鉄)の添加方法について検討したものである。工程内各点における過飽和度からMAPスケールの生成しやすい場所や配管閉塞を抑制できる過飽和度の目標値を明らかにし、ポリ鉄の添加が $PO_4\text{-P}$ を減少させ過飽和度を低下させることを確認した。また、pH値と消化汚泥の $PO_4\text{-P}$ 濃度の実測値からポリ鉄添加量を簡便に算出できる関係式を得た。下水処理場の維持管理やリン資源化に繋がる重要な知見となった。

「相模湾漂着マイクロプラスチックに吸着したPCBの実態及び発生源の推定」(神奈川県環境科学センター)は、相模湾の海岸に漂着したマイクロプラスチックの材質、色及び形状から吸着したPCBの発生源を推定した結果を報告したものである。PCBの異性体組成から主な発生源は、カネクロールと有機顔料であった。また、各発生源由来のPCBは漂着マイクロプラスチックの材質、色及び形状により、吸着量の多寡があることが分かった。近年、海洋のマイクロプラスチック汚染は世界的な関心事となっている。特に地域的な汚染実態の情報が不足しているといわれており、海洋環境の汚染リスクを検討するためにも吸着量や環境中での挙動等の実態解明が望まれる。

## 生物

国立研究開発法人国立環境研究所

矢部 徹

本セッションでは、東京(多摩川)・大阪(尼崎港)といった都市の水域における生物分布及び季節変動に関する2題と国内を代表する大型湖沼、霞ヶ浦と琵琶湖における注目生物、前者はアオコ、後者はシジミ類に関する2題の発表がなされた。

多摩川と霞ヶ浦の事例では対象を迷惑生物としたモニタリングの手法整備とその実施報告、尼崎港と琵琶湖における事例は生物生息環境の改善、将来の里海・里湖形成に向けての生物インベントリの整備と理解した。長期間にわたるモニタリングやインベントリ整備は地方環境研究所が担う重要な業務の一つであり、都市域や大流域におけるこれらの事例発表は極めて重要である。

「都内河川における外来種珪藻(ミズワタクチビルケイソウ)の分布状況について」(公財)東京都環境公社東京都環境科学研究所)は、国内河川における外来種ミズワタクチビルケイソウの多摩川流域における全域調査報告であった。調査の結果、上流域、中流域、下流域

で異なる分布パターンが検出された。上流域では群体が繁茂するが、中流域では他種とのわずかな混生、下流域及び最上流の小河内ダムでは本種は検鏡レベルでも確認できなかった。本種はアメリカ北西部原産であり、水温と関連した分布様式を示している可能性を指摘した。上流域ではアユの餌となる付着藻類も本種と同所的に生育するため今後もモニタリングの継続が必要であることが明らかになった。

「大阪湾奥の環境条件の異なる干潟における生物の周年変動」（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）は、沿岸域における富栄養化と相反する貧栄養状態、これらが混在し物質循環のバランスが複雑な大阪湾において、沿岸域におけるなめらかな物質循環の形成に寄与するとされる干潟のうち、試験的に整備された尼崎人工干潟と半自然・半人工の御前浜という二か所に着目し、底生生物各種の個体数・湿重量の経月変化を報告した。港湾地域に創出された尼崎人工干潟では懸濁物食者であるイガイ類の個体数が極めて多く、河川による淡水及び土砂流入のみられる半自然の御前浜では堆積物食者であるゴカイ類の個体数が卓越していた。前者では懸濁物食者の個体数、湿重量ともに経月変化が非常に大きく、安定した周年変動は検出できなかった。後者では懸濁物食者、堆積物食者共に経月変動は少なく、安定した周年変動が検出された。このような差が干潟の立地条件とどのような関係があるのか今後一層の研究成果が期待される。

「霞ヶ浦におけるアオコの発生状況とその情報発信について」（茨城県霞ヶ浦環境科学センター）は、2011年以降再び大規模発生が認められるようになった霞ヶ浦のアオコについて、当該センターが発信している「アオコ情報」の紹介とその作成のために実施しているモニタリング調査について報告した。発生状況については、従来の「見た目アオコ指標」から藍藻類に特徴的なフィコシアニン濃度を利用した現存量評価を積極的に活用している。その他、湖水中の各態窒素やリン酸態リン、クロロフィルa濃度を計測、評価することで見込まれる、①アオコ発生状況、②翌週の発生予測、③年度ごとのフィコシアニン濃度の経月変動データ、を含む「アオコ情報」が公的機関へのメールやセンターHPでの公表を通じて発信されている。モニタリングの継続と予測精度の一層の向上に加えて、アクセス解析や周辺住民・漁業者における活用実態なども今後明らかになっていくものと期待される。

「琵琶湖における二枚貝の餌源と養浜事業との関係について」（滋賀県琵琶湖環境科学センター）は、最盛期に比べて琵琶湖での漁獲量が1%以下にまで低下したシジミ類の生息場所である浅場の浸食対策として現在

沿岸帯でなされている養浜事業に注目し、事業のシジミ類餌料環境や肥満度への影響を検討し、それらに対応した室内実験結果を報告した。養浜されたマイアミ浜でのシジミ類は、琵琶湖内の既存漁場やその他の調査地点と比較しても肥満度は高く、個体数も比較的多かった。本調査の結果、未実施の春期調査が必要不可欠であることも明らかにした。室内実験では餌源として藍藻、珪藻、無給餌間での比較がなされ、珪藻類の給餌条件での肥満度が最大であることを示した。今後は野外調査と室内実験の結果を突き合わせ、良好な底質環境を形成しうる養浜事業の在り方への提言が期待される。

各発表の質疑応答では活発な意見交換がなされたため少々時間が不足する様子も見られたが、その後の情報交換会で各発表者間での交流が会場の複数で見られたことを追記しておく。

## 廃棄物

（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所

石井 裕一

本セッションでは、災害廃棄物の発生量推計に関する研究発表1題、最終処分場や鉱山からの放流水や坑産水の水質および廃水処理に関する研究発表2題の合計3題の発表がなされた。

2B4-1「富山県における災害廃棄物発生量等の推計と組成の検討」では、地理情報システム（GIS : Geographic Information System）を活用した富山県内で想定される災害廃棄物の発生量、地域特性に応じた災害廃棄物発生原単位および種類別割合について検討がなされた。地震・津波および県内47河川区域における水害を対象とし推計された災害廃棄物発生量に関する情報は、想定する災害ごとにGIS上で集計されており、廃棄物の仮置場の設置や収集経路の選定、搬入エリアの決定等に有益と考えられた。また、木造住宅比率が高く、延べ床面積が広いという同県における住宅の地域特性を考慮し検討された災害廃棄物発生原単位は、国が公表している公共用施設からの廃棄物を含む発生原単位と同程度の値となっており、調査方法を含め更なる検討が必要とのことであった。災害廃棄物発生量については、本研究結果に基づき県内の各市町村の災害廃棄物処理計画が策定されたとのことで、極めて有用性の高い研究成果であると考えられた。

2B4-2「最終処分場における1,4-ジオキサンの挙動調査と活性炭による除去効果の検討」では、石川県内の3か所の最終処分場において、降雨に伴う浸出液および放流水

中の1,4-ジオキサン濃度の変化、市販の活性炭による1,4-ジオキサンの除去効果についての報告がされた。18～30か月に及ぶ長期間の調査結果から、浸出液中の1,4-ジオキサン濃度と降水量との明確な関係は認められず処分場ごとに大きく異なっていることが確認され、その原因として埋め立てられている廃棄物の種類や量に依存している可能性が示された。また、調査期間中に複数回あった吸着塔の活性炭交換により1,4-ジオキサン濃度が低下することが確認された。市販の活性炭を用いた1,4-ジオキサンの吸着実験により、活性炭は1,4-ジオキサンの除去効果はあるものの、その効果の持続が短いことが確認された。今後も継続的なデータ収集が望まれる。

2B4-3「荒金鉱山坑廃水処理に係る汚泥資源化に向けた検討」では、鉄鉱石の採掘が終了し、廃坑から50年近く経つ鳥取県の荒金鉱山の坑廃水の水質および廃水処理後の殿物の資源化に係る検討がなされた。坑廃水、施設内地下水および捨石堆積場浸透水中の主要イオン濃度の測定結果から、測定した全ての金属元素について施設内地下水中の濃度が最も高濃度であることが確認された。施設内地下水は他の検水に比べカルシウムが突出して高濃度であったことから、酸性廃水の中和处理過程で生じる懸濁液や殿物に含まれる金属元素が地下水として漏出している可能性が示唆された。脱水殿物を対象に行われた含有金属の成分分析および溶出試験では、鉄の含有量が少なく鉄資源としての品位がそれほど高くないことが確認されたが、有害金属類の溶出量は少なく環境安全性の基準を満たしており、リサイクル材として活用できる可能性が示された。現在は鉄資源として民間企業に売却している殿物であるが、今後予想される坑廃水の水質変化に応じた再資源化技術の確立が期待される。

## 放射線

(公財) 東京都環境公社東京都環境科学研究所

星 純也

本セッションでは、放射線に関して3題の研究発表があった。いずれの発表も平成23年3月の福島第一原発の事故に起因する様々な問題に対応した調査であった。

「福島県内除染廃棄物仮置場で使用される遮へい土の調査結果について」(福島県環境創造センター)では、放射性物質に汚染された土壌の剥ぎ取り等の作業により発生した除去土壌の仮置場で使用された遮へい土の調査について報告があった。遮へい土は仮置場で保管する除去土壌等からの公衆の追加被ばく線量を抑えるための遮

へい材として購入・流用された非汚染の土壌である。除去土壌等が中間貯蔵施設へ輸送された後に、残った遮へい土を可能な限り近傍における土木工事等で利活用するために放射性セシウム濃度や土質の調査を実施した。調査の結果、遮へい土として利用した後も購入時からの放射性セシウム濃度及び土質の変化は見られず、建築物の埋戻し、道路用盛土等で利活用できる土であったと報告された。膨大な量となった放射性物質汚染廃棄物をこれ以上増やさず、利活用していくための重要なデータを提供した報告であった。

「汚染状況重点調査地域における住宅除染の実施状況や課題の整理」(福島県環境創造センター)では福島県内の汚染状況重点調査地域の市町村が実施した住宅除染について、その対応事例やその中で生じた課題等を整理するために県が市町村に対して行ったアンケート調査及びヒアリング調査についての報告があった。アンケート調査の結果では、住宅除染に取り組む上で不足感があった事項として絶対的な人数(職員数)や除染・放射線に関する職員の知識と整理されている。ヒアリング調査では住宅除染実施に当たっての課題や苦慮した点とともに、それに対する対応や有用だった取組についても整理され、事例として「国や県を交えた説明」や「戸別訪問による丁寧な対応」等が挙げられている。会場からは除染が何年間に渡って行われたかということや県の支援の事例についての質疑があった。調査の結果は市町村での活用のためフィードバックされているが、本研究が具体的に役立つような事故が二度と起きないことを望みたい。

「千葉県における環境放射能調査(3)」(千葉県環境研究センター)では、千葉縣市原市の水道水及び市原市、柏市の降下物に含まれる放射性セシウム濃度の経年変化等について報告された。水道水中の放射性セシウム濃度は2012年以降徐々に減少しており、2014年10-12月以降は1mBq/L未満となっていた。また、四半期別では7-9月が高いという傾向が見られた。降下物については2016年頃まで減少傾向を示し、その後は横ばいとなった。降下物中の放射性セシウム濃度は市原市に比べ柏市の方が継続的に高い値となっている。これは土壌中の放射性セシウム濃度が柏市の方が1~2桁高い濃度であり、土壌からの巻き上げが影響していると推定している。会場からはモニタリングポストの位置や水道水源の場所等の質疑があった。原発事故から8年経過した現在もモニタリングを継続されており、事故の影響の変化を評価する貴重なデータとなっている。

## 化学物質 I

### 国立研究開発法人国立環境研究所

高澤 嘉一

本セッションでは、河川水中の農薬に関する実態調査やPM<sub>2.5</sub>中の化学物質調査、ダイオキシン類の改良抽出法、災害初動時の技術支援に関して4題の研究発表があった。

「河川水中のネオニコチノイド系農薬およびフィプロニル、その代謝物の調査」（堺市衛生研究所）の発表では、国内でも汎用されているネオニコチノイド系農薬とその分解代謝物を対象に、堺市内の河川水と下水放流水の汚染実態調査結果が報告された。調査は2019年5月から8月に実施され、測定対象成分間の相対濃度を比較すると、いずれの地点でもジノテフランが最も高い濃度を示した。一方、フィプロニルは下水放流水の影響を受ける地点では高い濃度を示し、15 ng/Lを超えて検出される地点も存在した。この濃度は水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値（24 ng/L）に近い値であった。さらに、フィプロニルの分解代謝物は河川上流域で高い濃度を示すことから、環境調査の実施に際してはフィプロニルの分解を考慮した対象成分の選定が必要と考えられた。ネオニコチノイド系農薬のような浸透移行性の強い農薬については特に水圏生態系へのリスク評価が未だ十分でなく、環境モニタリングと影響評価を組み合わせた研究の重要性が今後は増すことになるものと推察される。

「AIQS-DBを用いたPM<sub>2.5</sub>中の化学物質ターゲットスクリーニング調査」（北九州市保健環境研究所）の発表では、LC/MS用に開発された自動同定・定量データベースシステム（AOQS-DB）を用いて、PM<sub>2.5</sub>に対して農薬、医薬品およびパーソナルケア製品等など489種類の難揮発性化学物質のスクリーニング分析が実施された。AIQS-DBは既知の未知物質を迅速且つ簡便に検出するシステムであり、事前にデータベースへ登録された化学物質の自動同定と自動定量を可能にする。北九州市域で採取したPM<sub>2.5</sub>では、52種類の化学物質が検出され（0.034～0.35 ng/m<sup>3</sup>）、特にプロポキスルやカルベンダジムは全14試料で同定された。本研究で用いられたAIQS-DBのような迅速定量法の需要は、自然災害や緊急時における環境モニタリング手法としても近年急速に高まっており、データベースの拡充により網羅分析の飛躍的なブレークスルーが期待される。

「ダイオキシン類の抽出操作の改良に関する検討」（新潟県保健環境科学研究所）の発表では、化学物質の抽出操作として汎用されているソックスレー抽出と高速高圧抽出法の比較検討が実施された。ソックスレー抽出は大量の溶媒使用と人的負荷に加えて、抽出サイクルに長時

間（12～24時間）を要する欠点があった。一方、高速高圧抽出法は試料を小型容器に充填し、溶媒を満たした状態で高温・高圧を維持することにより、30分以内で抽出操作が終了する。本研究では活性炭からのダイオキシン類における抽出効率が詳しく報告され、特にダイオキシン様PCBsでは非常に効果的に高速高圧抽出法で代替できることが示唆された。ソックスレー抽出時における留意点の多さは分析従事者の共通認識であり、抽出操作が閉鎖系で素早く安全に実施できる代替法の検討は、分析化学的にも非常に意義が深い。

「地方環境研究所における災害初動対応のための消防救助隊への技術支援について」（大阪市立環境科学研究所センター）の発表では、大阪市立環境科学研究所センターが本部特別高度救助隊と取り組んでいる災害初動対応の訓練の流れが報告された。災害等によって特定の化学物質の漏洩や流出が発生した際には、検知を進めつつ限られた時間内で推測される情報を集約することになる。環境中には意図的・非意図的を含めて様々な化学物質が用いられていることから、化学物質の検知訓練や除去方法の習得では分析従事者の進言が極めて有効と考えられる。日常的に行っていないことを緊急時にスムーズに実施することは困難であり、特に大都市圏では災害も多様化している。今回紹介された大阪市の取り組みは、他の自治体でも参考にできる箇所が非常に多く、災害現場で求められる作業内容を整理するためにも大変有意義である。

## 化学物質 II

### 千葉県環境研究センター

井上 智博

本セッションでは、自動同定定量システム（AIQS）を活用した河川水中の農薬類の調査報告が2題、国立環境研究所 II 型共同研究による水質汚染の現況報告が1題、計3題の研究発表が行われた。

「AIQSを活用した平常時の農薬類モニタリング調査」（群馬県衛生環境研究所）では、AIQSを用いた群馬県河川における2年間の平常時モニタリング測定結果の報告と魚へい死事案へのAIQSの活用例について報告があった。河川水のモニタリング調査では312検体中180検体から63種の農薬類が検出され、6,7月の検出数が多く、このうち水田でのみ使用されるものが5割以上であり、本流と支流での結果に差は無かった。また、2018年7月のフナのへい死時のAIQSを用いた水質調査では、平常時の検出状況と大きな変化がなく、フナへい死の原因は不明であった。

今後は事例を積み重ね、通年、複数年及び支流まで含めたモニタリングの検討・実施することにより、異常時の原因究明率がさらに上昇することが期待される。

「GC-MSを用いた全自動同定・定量データベースによる岐阜県河川水中の農薬類および多環芳香族炭化水素類の実態調査」（岐阜県保健環境研究所）も岐阜県河川中の農薬類及び多環芳香族炭化水素 (PAHs) を対象としたAIQSを用いた研究であった。前処理に広島県が開発した迅速前処理カートリッジを用い、AIQSと組み合わせた分析手法を構築し、河川水実試料への添加回収試験による分析法を評価した。さらにこの手法を用いて平常時において実態調査を行った。迅速前処理カートリッジを用いる際の回収ロス、サロゲートの使用により回収ロスを補正することができ、また平常時の河川水調査では下流域で多くの農薬が検出され、それぞれの農薬使用開始時期を反映していることが報告された。今後、分析精度を保ちつつ、迅速かつ簡便な河川水実試料のスクリーニングが期待される。

AIQSを利用した調査については、昨年度も発表があり、会場内でAIQSの利用を尋ねたところ、約1割の参加者から手が挙がった。緊急時のみにAIQSを利用するだけでなく、そのバックグラウンドとして平常時での利用や過去の状況を把握できることも大きなメリットである。

「国立環境研究所Ⅱ型実施共同研究『高リスクが懸念される微量化学物質の実態解明に関する研究』の成果報告：水溶性化学物質による環境汚染の現況」（（国研）国立環境研究所、（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）の発表では、つくば市近辺の河川を対象とし、河川水中のネオニコチノイド系農薬の分析結果についての報告があった。ネオニコチノイド系農薬は2000年以降使用が増えており、今回の結果ではジノテフランが優勢であった。ほとんどの成分で数ng/L未満とかなり低濃度であったが、予想よりも濃度が高い成分もあった。このような調査は排出源の特定、運命予測、リスク評価により安全・安心な社会へ貢献し、将来的には環境基準値の提言まで結び付くことを期待したい。