

<特集> 第45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

群馬県衛生環境研究所

熊谷 貴美代

本セッションでは、PM_{2.5}に関して5題の研究発表があった。

「西日本で共同観測された黄砂の化学的変質と元素組成の特徴」（京都府保健環境研究所）の発表では、II型共同研究の成果として、2017年5月に発生した黄砂現象におけるPM_{2.5}と粗大粒子（PM_{10-2.5}）成分の観測結果について報告があった。観測は、西日本の複数地点でPM_{2.5}自動測定機のテープろ紙を利用して行われた。SO₄²⁻とV, Ni, As, Se, Pbなどの挙動から、PM_{2.5}には黄砂だけでなく人為起源の大気汚染粒子も含まれていることが示された。また、この現象ではPM_{10-2.5}にNO₃⁻が多く含まれているという特徴が見られ、nss-Caの化学形態や二粒径の存在比を検討した結果、黄砂粒子がNO₃⁻と塩を形成し、粒子成長によって一部が粗大粒径に移行した可能性があると考えられている。高時間分解能でかつ二粒径の成分を分析することで、現象解明につながる新たな知見が得られており、今後のPM_{2.5}研究に参考になる研究事例である。

「PM_{2.5}用インパクトを付けた4段フィルターパック法による乾性沈着調査について」（新潟県保健環境科学研究所）では、従来の4段フィルターパック法とPM_{2.5}インパクトを装着した5段フィルターパック法との比較試験の結果が報告された。ガス状成分のうち、HNO₃, HCl, NH₃は暖候期に手法間の違いが大きいが、ガス状成分と粒子状成分の和であれば、手法間の違いは見られず継続的な評価が可能であるとの見解であった。また、従来法では強風時に粒子状物質の捕集フィルターに雪が混入してしまう可能性が指摘された。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。

「フィルターパック法による乾性沈着調査結果について -4段ろ紙法とPM_{2.5}インパクトを用いた5段ろ紙法との比較-」（福岡県保健環境研究所）の発表も前述と同様にフィルターパック法の手法間の比較を行った結果についての報告であった。ガス状成分は両者とも良好な一致を示したが、粒子状成分では粗大粒子に多く存在していたNO₃⁻, Cl⁻で4段法>5段法となる傾向があり、結果として

ガス状成分と粒子状成分の和にも違いが見られていた。発表では、PM_{2.5}常時監視成分測定と比較した結果も示され、良好な一致が見られていた。5段法による調査は、本来の目的である乾性沈着の評価だけでなく、通年のPM_{2.5}成分データが得られるという利点もあるので、今後の展開に期待すると同時に、4段法と5段法の比較結果に関しては、新潟県と福岡県で異なる部分があるため、全国的な状況について全環研協議会酸性雨部会でのとりまとめが望まれる。

「PM_{2.5}中の化学物質の一斉分析について」（北九州市保健環境研究所）の発表では、GC/MS用の自動同定・定量データベースシステム（AIQS-GC）を用いて、PM_{2.5}中の化学物質スクリーニング調査を実施した結果について報告があった。対象成分972物質のうち、PM_{2.5}試料からは脂肪族化合物、フタル酸エステル、多環芳香族炭化水素（PAHs）など93種類の化学物質が検出された。PAHsの組成比から発生源を検討した結果についても報告された。PM_{2.5}に含まれる有機化合物は数百種類とも言われており、網羅的分析は難しい課題であるが、本発表の分析手法は前処理が比較的簡単で多成分一斉分析が可能であるため今後の展開が期待される。

「果樹剪定枝の燃焼によるPM_{2.5}への影響」（山形県環境科学研究センター）の発表では、PM_{2.5}発生源として懸念されている野焼きに対して、果樹剪定枝の燃焼実験を行い、排出されたPM_{2.5}の成分分析と大気環境への影響評価を行った結果が報告された。燃焼実験の結果、一般にバイオマス燃焼の指標とされているK⁺などの成分は、必ずしもすべての樹種で高いわけではなく、指標物質として扱う際に注意を要することが指摘された。野焼きによるPM_{2.5}排出量推計に関しては、採用する統計データあるいは係数で推計値は変動するという不確定要素は含まれるものの、PM_{2.5}の重大な発生源になっているとの結果であった。実験データに関しては、日本のPM_{2.5}の発生源プロファイルとして貴重なデータになり得るため、有機指標成分の分析も含めた形で今後の展開を期待したい。

大気 II

山形県環境科学研究センター

逸見 祐樹

本セッションでは、PM_{2.5}の成分分析結果の解析を主な題材として5題の発表が行われた。

「郊外と都市部における昼夜別PM_{2.5}と無機ガスの同時測定」（群馬県衛生環境研究所，ムラタ計測器サービス株式会社）では、PM_{2.5}濃度上昇の原因の一つである無機ガス成分の二次生成機構に対する知見を得ることを目的に、PM_{2.5}と無機ガス成分の測定を行った結果について報告がなされた。昼夜別の試料の結果を比較することで、光化学反応による二次生成によって粒子化が促進されていること、また周辺環境によって、PM_{2.5}へ及ぼす影響ガス成分が異なることが示された。ガス成分との関係が示されたことは、PM_{2.5}の生成機構を解明するうえで大きな知見である。

「PM_{2.5}に含まれるレボグルコサンの群馬県内分布と経年変化」（群馬県衛生環境研究所）では、2012年度から2017年度に実施したPM_{2.5}に含まれるレボグルコサンの調査結果について報告がなされた。位置的な比較では、地点によってレボグルコサンの季節別の季節的な挙動が異なり、農業活動の地域的な違いが影響していると推察していた。季節変動、経年変動については、レボグルコサンと有機炭素（OC）は秋と冬に強い相関関係を示すことから、OCの増減にバイオマス燃焼が強く影響していること、また、経年的にはOCに対するバイオマス燃焼の寄与率は横ばいと考えられると報告があった。レボグルコサンについては、バイオマス燃焼、ひいては野焼きがPM_{2.5}に与える影響を考察するうえで非常に有効な指標成分であると考えられ、今後のモニタリングによりさらなるデータの蓄積が期待される。

「福井県におけるPM_{2.5}成分組成の地域特性について」（福井県衛生環境研究センター）では、福井県でのPM_{2.5}の成分分析結果と、成分組成の地域特性の考察について報告がなされた。沿岸部における海塩由来のナトリウムや越境汚染由来と考えられる硫酸イオン、山間部における植物起源と考えられるOCなど、立地によって特徴的な成分があることが報告された。また、越境大気汚染の影響が強いとみられる期間の成分分析結果から、特徴的な傾向を持つ日を「越境大気汚染型」として、越境大気汚染の影響の考察が報告された。成分分析結果から特徴をつかみ、越境大気汚染という大気環境へ大きく影響を与える事象に対する考察につながっており、今後、より発展的な解析手法につながることを期待される。

「島根県におけるPM_{2.5}の季節的汚染特性の経年変動について」（島根県保健環境科学研究所）では、通年観測によって得られた成分分析結果について報告がなされた。PM_{2.5}の主要成分は年間、また、経年でも大きく変動

しないこと、通年観測を行うことによって、地域的・季節的な特徴についてより詳細な解析が可能となったことが報告された。また、測定結果から、硫酸イオン濃度及びPb/Zn比に着目し、石炭燃焼の越境大気汚染について減少が示唆された。本発表のように、より充実した測定データ、知見の集積が行われることが望まれる。

「平成29年度における岡山県の微小粒子状物質(PM_{2.5})成分分析結果について」（岡山県環境保健センター）では、平成29年度に岡山県で行われたPM_{2.5}成分分析調査と高濃度事例の解析について報告がなされた。成分分析結果に加え、測定地点付近の土壌の性質や季節的な風向の傾向から、各測定地点の特徴を解析していた。また高濃度事例の解析においては、アンモニウムイオン、硫酸イオンという二次生成粒子の成分に加え、オキシダントが高濃度となったことによる二次生成に言及し、高濃度の原因を考察していた。このような解析手法は他自治体にとっても参考となるものである。

以上、本セッションでは、いずれもPM_{2.5}の成分分析に関する発表において、ガス成分、レボグルコサンという主要成分以外の成分を用いた考察、さらに、気象条件等の成分分析結果のみによらない考察がされていた。限定的なモニタリング結果を用いた一面的な解析では、PM_{2.5}をはじめとする大気汚染機構の解明は困難であり、今回された発表のように、広がりのあるデータの収集、事例の解析が増えることを期待したい。

大気Ⅲ

京都府保健環境研究所

辻 昭博

本セッションでは、酸性雨に関する5題の発表があった。

「千葉県における降水成分濃度調査－清澄山の降水中硫酸イオン濃度と渓流水濃度の関係－」（千葉県環境研究センター）では、1973年から継続的に降水成分を調査してきた千葉県の8地点の酸性雨モニタリングについて報告があった。2015年から非海塩性硫酸イオン濃度が急激に低下しており、最新の調査でも濃度の低い（＝酸性沈着の少ない）状態が持続していることが報告された。千葉県の地域の特徴として、南部の清澄や勝浦では降水量が多い、畜産の盛んな旭ではアンモニウムイオン濃度が高い、重化学工業地域の市原ではpHが低いとのものであった。また、渓流水モニタリングでは、硫酸イオン濃度が経年的に低下しており、降水中の硫酸イオン濃度の低下が反映された可能性が示唆された。質疑応答の中で、

この渓流水の亜硝酸性・硝酸性窒素濃度は非常に低く、関東地方のNO_x発生源の影響は少ないとの報告もあった。高い精度での長期モニタリング結果は貴重なものであり、都会の大気汚染の改善が里山の水質保全と密接に繋がっていることを示唆する成果ともいえるだろう。

「千葉市における湿性沈着成分の経年変化について」(千葉市環境保健研究所)では、千葉市における2008年から現在までの降水成分の推移が報告された。pHは上昇傾向にあることや、市内の常時監視局のSO₂濃度やNO_x濃度の低下傾向と連動して、それぞれの対応する降水中成分の濃度低下が表れている可能性が示唆された。時間の制約で発言できなかったが、酸性雨成分だけでなく、SO₂やNO_xについても全国平均・EJ平均・近隣の市原市などと比較することで、自説を支える情報が得られるかもしれない。

「全国から見た福井県の酸性雨の特徴とその要因」(福井県衛生環境研究センター)では、2004~2014年の全環研酸性雨全国調査データにおける福井県の特徴について報告があった。北陸地方では冬季のpH低下が顕著であることから、大陸からの移流が主な原因と考えられることが示された。また、降水成分データを用いたPMF解析の結果が報告された。それによると、硫酸イオンと硝酸イオンが共に高濃度という特徴をもつ因子プロファイルを「移流」と判断したところ、この因子は秋冬に寄与割合が強くなることが示された。酸性雨のPMF解析については、イオン成分データに限定される場合は、発生源の切り分けの根拠が乏しく、解析結果の妥当性の判断に迷うところでもある。さりとて先行研究も少ないから、他の研究結果を援用するなどの今後の展開に期待したい。

「京都府京丹後局における酸性雨測定結果」(京都府保健環境研究所)では、京都府北部の田園地域にある京丹後局における酸性雨調査結果が報告された。酸性度の改善が認められることや、水素イオン濃度と非海塩性硫酸イオンや硝酸イオン濃度の間に相関性が認められたことが報告された。また、降水成分だけでなく、PM_{2.5}質量濃度も低下傾向であることが示された。両者に因果関係があるかどうかを明らかにすることは一筋縄ではいまいだろうが、質疑にもあったように、そこは研究者が関心を寄せるところでもある。近隣のPM_{2.5}成分を交えた解析を試みてもよいだろう。

「和歌山県における酸性雨調査」(和歌山県環境衛生研究センター)では、和歌山県海南の酸性沈着の特性を検討するため、全環研酸性雨全国調査データを素材として濃度別に4段階のランク分けの一覧表を作成したことが報告された。全国と比較すると和歌山県海南は硝酸ガス濃度が高いが、これは市内の大規模固定発生源の影響と、アンモニアガス濃度が低く、粒子化反応が進みにく

いためとの説明があった。酸性沈着は経年的に減少傾向であることも示された。要旨にはないが、洗浄比と最低気温の関係についての報告もあった。洗浄比を用いた解析報告は意外と少ないが、いっそう掘り下げた検討を期待したい。

以上、本セッションの5題の報告は酸性雨モニタリングを扱っており、各地の酸性沈着の状況が改善されてきたことがわかった。酸性雨モニタリングは、全環研の共同調査として歴史を重ねて成熟してきた。その活動を通じて、自分たちの街だけでなく国内全域を見渡す広い視点が養われ、土壌・植生・陸水にも関心を抱くようになり、担当職員の教育・育成上でも重要な役割を担ってきた。一方、どこで排出された汚染物質が、どのようなメカニズムで雨の汚染に反映されるのかという本質的な謎の解明にはなかなか辿り着けそうもない。降水は降り始めに強く汚染され、降り終わりにかけて清浄になるから、降水全量分析に留まらず、高い時間分解能の観測による事例解析も有意義だと考えられる。既往研究の文献を丁寧に読み込んで、先人達の知恵を享受しつつ、自らの研究成果を体系的な理解に繋げていくことを意識しておきたい。

大気IV

島根県保健環境科学研究所

佐藤 嵩拓

本セッションでは、「川崎市内の気温等推移に関する地域別特徴について」、「大阪府域における大気中アンモニア濃度の広域調査」、「兵庫県における光化学オキシダントの新指標の解析について」、「沖縄県における一般環境の低周波音について」の4題の発表が行われた。

「川崎市内の気温等推移に関する地域別特徴について」(川崎市環境総合研究所)では、1985年以降の川崎市内における気温等の経年推移、人工被覆率と気温との関係、熱中症と気温との関係について報告された。年平均気温は川崎市内の全ての地点で有意な上昇傾向で、市北部の麻生区では、気温は人工被覆率の関与が大きいことが示された。また、猛暑日数と熱中症救急搬送者数との間には正の相関がみられたことが示された。今後は更なる情報収集や解析を進め、気候変動適応への施策に活かしたいとのことであった。

「大阪府域における大気中アンモニア濃度の広域調査」(地独)大阪府環境農林水産総合研究所)では、大阪府域の大気汚染常時監視局(一般局14局、自排局7局)及

び牛舎等の畜産施設をもつ大阪府環境農林水産総合研究所にて、2017年秋季、2018年冬季及び2018年春季の約一ヶ月間捕集した大気中のアンモニア濃度について報告された。大気中のアンモニア濃度は、3季節とも自排局が一般局よりも高い傾向であるが、畜産施設近傍での濃度は一般局と同程度であった。また、一般局、自排局ともに冬季に濃度が低くなることが示された。

「兵庫県における光化学オキシダントの新指標の解析について」（公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）では、平成10年度から平成29年度の、兵庫県内49測定局でのO_x濃度の1時間値を用いた新指標の解析と、新指標とこれまでの指標との比較について報告された。新指標では、平成19～20年頃に高い値を示し、平成23年頃にかけて減少後、近年は再び上昇傾向であることや、平成10年頃はO_x濃度に地域的な差が見られたが、近年はその差が小さくなっていることが示された。

「沖縄県における一般環境の低周波音について」（沖縄県衛生環境研究所）では、沖縄県内での一般環境を対象とした低周波測定の結果について報告された。機械類にはヒートポンプ給湯器や洗濯機を対象に、交通機関には普通自動車、バス、旅客機、フェリー（いずれも機内）を対象に調査され、いずれの調査からも低周波音が確認され、旅客機では定在波の存在も示唆された。

以上、本セッションでは様々な大気環境分野の調査研究成果を紹介いただいた。質疑応答も活発に行われ、これら分野への関心の高さがうかがえた。今後の更なる研究の発展と、情報の発信に期待したい。

水環境 I

国立研究開発法人国立環境研究所

青野 光子

本セッションでは、湖、河川から海、湿地といった幅広い水環境における調査研究4題の発表が行われた。

「奥只見湖における水質及びプランクトン類の調査結果について」（新潟県保健環境科学研究所）では、新潟県と福島県にまたがる大規模ダム湖である奥只見湖の水質監視について報告された。新潟県によって行われている公共用水域水質監視調査結果から、2010年の9月から10月にかけて化学的酸素要求量とクロロフィルa濃度が非常に高くなった調査地点があることが指摘され、調査結果の解析により、リン濃度の上昇による植物プランクトンの増殖が有機物の増加を引き起こしたことが原因であると示唆された。また、同湖沼ではリンが植物プランク

トン増殖の制限要因であることも示唆された。水質変化やそれによる生態系への影響を検出し、原因を解明するために、継続的な水質監視が重要であることが示された。

「養浜事業と琵琶湖沿岸の底質環境について」（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）では、琵琶湖沿岸の底質環境で近年問題となっている砂浜の浸食（浜欠け）の対策として行われた土砂搬入による養浜事業の評価のため、底質表層部と湖水中の多様な藻類（植物プランクトン）細胞数のモニタリング結果が報告され、養浜を行った地点では底質中の藻類細胞密度が一時的に減少することが示された。また、底質の藻類種と湖水中の植物プランクトン種はほぼ一致しており、湖水から底質への移動の可能性が考えられた。一次生産の担い手である藻類の底質環境における動向の調査を継続することが望まれる。

「季別運転を行う下水処理場の放流水及び河川水に含まれる栄養塩類の動態調査」（福岡県保健環境研究所）では、有明海沿岸の一部の下水処理場で行われている季別運転（栄養塩類増加運転）が、閉鎖性水域である有明海への栄養塩類（窒素、リン）供給に有効であることを確認するための栄養塩類の動態調査について報告された。季別運転により冬季に有明海へ窒素を多く供給出来ていることが示され、有明海におけるノリの色落ち問題の解決につながることを期待される。

「遊水地として活用される安平川湿原における水環境等の特徴」（北海道立総合研究機構環境科学研究センター）では、北海道苫小牧市において、開発を免れ貴重な自然環境を残す安平川湿原が、治水対策のため遊水地として設定されたことから、遊水地建設後の環境保全に寄与するために行われた水環境や生態系等の調査について報告された。湿原域の水位や栄養塩の変動、植生についてのデータが示され、生物多様性保全と防災の両面から重要である本湿原の基礎資料となることが紹介された。

本セッションでは、どのような水環境においても、水質等の水環境とそこに生きる生物が相互に影響していることが再確認され、各地域の特色をふまえた水環境の持続的な利用や保全のためには、継続的な水環境や生態系のモニタリングが非常に重要であることが示された。

水環境 II

神奈川県環境科学センター研究所

池貝 隆宏

本セッションでは、水環境中の農薬及びダイオキシン類、土壌中の重金属に関する計3題の発表が行われた。

「河川水中のネオニコチノイド系農薬に対する下水処理場放流水の影響」（堺市衛生研究所）では、市内3か所の下水処理場の流入水と放流水及び処理場の放流口前後の河川水に含まれるネオニコチノイド系農薬8成分を調査した結果が報告された。いずれの処理場でもニテンピラムを除く7成分が検出され、ネオニコチノイド系農薬は下水処理が困難とのデータが示された。さらに、家庭用殺虫剤にも多用されるフィプロニルは、放流口前の河川水中濃度より放流水中濃度の方が高く、放流水が河川水の汚染源となる可能性が高いことも示された。分流式下水道であっても降雨等の影響で農薬が処理場に流入すること及び生活系排水由来の農薬が相当量存在することが示唆されたことは、環境水中のネオニコチノイド系農薬の挙動を明らかにする上で貴重な知見である。今後も環境中の挙動解明につながる継続的な調査を期待したい。

「大阪市域の水環境中のダイオキシン類について」（大阪市立環境科学研究センター）では、市内河川と港湾域の水質と底質の常時監視結果を解析した結果が報告された。過去18年間のデータ比較により、水質、底質ともにダイオキシン類濃度が低下傾向にあること、上流域の発生源対策によりダイオキシン類の市域への流入量が減少したことが報告された。常時監視データを用いた対策効果の検証は、地方環境研究機関の取組としてたいへん意義深いものである。施策効果の検証は、これまでの対策の評価と今後の対策のあり方を検討するうえで重要であり、こうしたフェーズへの常時監視データの活用が広がることを期待したい。

「名古屋市内で掘削されたボーリングコア試料中の自然由来有害重金属の分布とその起源推定」（名古屋市環境科学調査センター）では、土質と重金属濃度の関係を調べ、粒子サイズが小さいほど濃度が高い傾向を示すデータが報告された。ヒ素をはじめとする海水に多い元素は海成粘土層に多く含まれ、名古屋市西部のヒ素による地下水汚染はこの海成粘土層に由来するとの推定結果が示された。地質由来の重金属の土壤環境基準超過等の事例は各地で報告されているところであるが、原因の特定には至らないケースが多い。こうした中で、特定の地層と重金属濃度の関係を調べた本報告は、自然由来の土壤地下水汚染の原因究明のケーススタディとして貴重である。

本セッションでは、地域に特有の環境問題に着目し、その解決に資する取組事例を報告いただいた。地方環境研究機関の役割を再認識できる貴重な機会となったと考える。

水環境Ⅲ

大阪市立環境科学研究センター

先山 孝則

本セッションでは、水質に関して生物応答を利用した水質調査事例2題と有害化学物質の分析法検討に関する研究4題の計6題が発表された。

「地環研と国環研とのWET手法を用いた水環境調査に関する共同研究」（埼玉県環境科学国際センター・国立環境研究所）では、国立環境研究所とのⅡ型共同研究「WET (Whole Effluent Toxicity) 手法を用いた水環境調査のケーススタディ」の概要について報告された。まず、WET手法に関する技術的理解の浸透と地環研間の連携強化を目的にワークショップの開催や先行してWET 手法を導入している地環研の視察等が行われていることが紹介され、共同研究による河川の調査事例が報告された。その中で河川水に何らかの影響物質の存在が示唆された例が紹介され、下水道整備が遅れている地域において、藻類成長阻害試験で有意な影響が観察され、藻類の生長に影響する物質の存在が疑われたことなどが報告された。

「生物応答を用いた排水試験法による水質評価事例と毒性原因の推定」（福岡県保健環境研究所）では、WET手法を用いて事業場排水の水質評価と毒性原因の推定を行った例が紹介された。環境省の検討案に従って4業種6事業場の排水を調査した結果、魚類に対する影響は全ての事業場排水で確認できなかったものの、藻類とミジンコでTU（毒性単位: Toxic Unit, TU=100/NOEC）が10以上となった排水が見つかったことが報告された。さらに、毒性原因の除去試験においてキレート樹脂吸着処理により毒性の低下が確認されたことから、毒性原因は金属類であり、特にNiの影響が大きいと示唆されることが報告された。

「LC/MSを用いた短鎖塩素化パラフィンの分析検討」（兵庫県環境研究センター）では、近年POPs 条約と化審法第一種特定化学物質に追加された短鎖塩素化パラフィン(SCCPs)についての分析法の検討結果が報告された。SCCPsは、C10～C13の直鎖アルカンが48%(重量比)以上で塩化された混合化合物を指し、その複雑な成分組成から汎用的な分析手法が確立されておらず、調査事例が少ない物質群である。水質はジクロロメタンで抽出後、アルミナ及びシリカゲルカラムで精製し、底質はアセトンで超音波抽出した後、アセトニトリル/ヘキサン分配とアルミナ及びシリカゲルカラムで精製し、それぞれLC/MS-SIRで測定した。主要成分(C10-5塩素化物, C11-6塩素化物, C12-6塩素化物, C13-6塩素化物)を対象に分析法を評価した結果、本法は良好な回収率と感度得られ、少なくとも

も水質で500ng/L、底質で50ng/g-dryレベルで存在するSCCPsの検出が可能であることが報告された。また、この方法を用いて兵庫県内数カ所を調査した結果は、いずれも未検出であったことが紹介された。

「神戸市域におけるゴルフ場農薬調査及び当該検体を用いたLC-QTOF/MSによるスクリーニング分析について」(神戸市環境保健研究所・神戸市環境局環境保全指導課)では、行政機関と共同で実施している市内のゴルフ場の排水及び排出先の河川水等における農薬調査において、ゴルフ場排水では殺虫剤の検出頻度が増加の傾向を示し、ネオニコチノイド系殺虫剤がその多くを占めることが報告された。一方、公共用水域の水質では除草剤の検出頻度が高く、プレチラクロールとプロモブチドがその大半を占めることから水田との関連が示唆された。さらに、今年度の春季調査時に実施したLC-QTOF/MSによるスクリーニング分析の結果も紹介され、調査対象外の農薬がng/Lオーダーで新たに6種検出されたことが報告された。

「キレート樹脂固相抽出法による重金属分析」(広島県立総合技術研究所保健環境センター)では、2013年の工場排水試験方法(JIS K0102)の改正によって金属分析の前処理法として追加されたキレート樹脂による分離濃縮法(固相抽出法)について検討した結果が報告された。3M社のエムポアディスクEZカートリッジキレートを使用して鉄など7種の金属について検討した結果、固相抽出の方が溶媒抽出法と比べてブランクが低く、検出下限値も低くなることが分かった。また、海水や工場排水の試料へ適用したところ、溶媒抽出法ではブランクなどの影響で評価できない鉄や亜鉛などにも適用できることが報告された。さらに、溶媒抽出法に比べて溶媒除去や酸分解などが省略できるため、前処理時間の大幅な短縮が可能である一方、操作中のカートリッジの液切れに注意する必要があることが紹介された。

「メスフラスコを用いたベンゾ[a]ピレン(水質)の分析法について」(山口県環境保健センター)では、水環境中の残留実態が明らかにされていないベンゾ[a]ピレンについて新たに開発した高感度分析法が紹介された。この方法は、メスフラスコに分取した水質試料を少量のヘキサンで攪拌抽出した後、ヘキサンを分取してGC/MS-SIMで定量する方法で、ブランクを低減化できる簡便な方法である。操作上の注意点として、抽出時にはヘキサンが底まで渦を巻いてメスフラスコ全体が白濁するようにスターラーの回転を調整する必要があることと、さらに抽出の確実性をあげるため、攪拌抽出後、メスフラスコを逆さにして手で振とう抽出操作を加える必要があることが説明された。また、ベンゾ[a]ピレンは、大気汚染物質でもあることから試料採取時や分析操作中の二次汚染には十分に注意する必要があることも付け加えら

れた。この方法により、水質試料中のベンゾ[a]ピレンが0.000086μg/Lまで検出可能であり、従来法の感度では検出できなかった河川水試料からも検出されたことが報告された。

以上のように本セッションでは、水環境中の有害化学物質の調査や評価に関する研究について報告が行われた。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と感じるものであった。

水環境IV

鹿児島県環境保健センター

大庭 大輔

本セッションでは、湖沼に関する発表が3題、海域に関する発表が1題、計4題の発表が行われた。

「武庫川上流域における山林の面源負荷原単位推定」(公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター)では、兵庫県神戸市に位置する千苺貯水池の環境基準非達成要因の原因究明の一環として、集水域の大部分を占める山林からの全りん面源負荷原単位算出及び山林由来の年間負荷量推定結果が報告された。山林の全りん面源負荷原単位は環境省指針値を大幅に下回る結果となり、同原単位を用いて推定した山林由来の全りん負荷量は流入河川全体の負荷量の2割程度であったとの見解が示された。今後は、他の要因について調査を行い、環境基準非達成要因を明らかにすることが望まれる。

「BODの長期化による琵琶湖における易分解性有機物の把握について」(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)では、培養期間の長期化や栄養塩添加による琵琶湖におけるBODの精度確保について報告された。培養期間を28日にすることで、多くの試料においてBODの精度が向上することや、りんの添加により酸素消費が促進されることなどの見解が示された。本研究は易分解性有機物の実態把握における観点から、今後の発展が大いに期待される。

「北浦南部における全りんの高濃度要因」(茨城県霞ヶ浦環境科学センター)では、霞ヶ浦の北浦南部の全りんの環境基準非達成要因について報告された。全りんの上昇は、懸濁態りん(p-TP)の上昇によるものであり、また、不揮発性浮遊物質(FSS)が高く水深が浅いことから、p-TPの上昇要因については底泥の巻き上げが原

因であるとの見解が示された。

「富山湾沿岸部における栄養塩類と内部生産について」(富山県環境科学センター)では、富山湾沿岸部における鉛直分布の季節変動から、富山湾沿岸部の水質環境の考察について報告された。夏季において、クロロフィルa濃度の上昇に伴いCODの上昇が確認されることや、表層付近は流入河川の影響を受けているとの見解が示された。今後は、流入河川や降水の影響を考慮した水質変動の解析を行い、富山湾沿岸部の水質環境をさらに明らかにしていくことが望まれる。

本セッションで報告された内容である生活環境項目に係る基準超過などの原因究明は、行政施策への反映に資することが期待されることから、地環研の存在意義を示す研究であると考え。このような課題解決型調査研究は、必要に応じ他の地環研との連携などを検討することにより、さらなる発展が期待できるのではないかと考える。

水環境V

埼玉県環境科学国際センター

田中 仁志

本セッションでは、河川等の水質事故2題、火山噴火による河川水質への影響1題、旧銅鉱山廃鉱の廃水処理水質の予測1題、計4題の発表が行われた。

「魚へい死事案の原因究明に関する取り組みの紹介」(群馬県衛生環境研究所)では、群馬県内の魚へい死の原因を究明できた割合が10%であることから、究明率を高めるため、分析体制の整備に関する提案であった。採水までに時間がかかると農薬の検出が難しくなるため、事故直後の河川試料から判断できることを目的として、平常時との濃度比較や水中濃度予測式の活用を試みている。平成30年8月2日、コイ、ナマズ、ドジョウなどが死んだ農業用水を分析した事例では、除草剤プロマシル及び現在は登録失効農薬の除草剤チアベンタゾールが検出された。河川水、河川底質及び魚のエラを分析した結果、河川水のみを検出されたが、平時と相違ない結果であり、原因物質の可能性は低いと判断できた。現在2~3日かかる前処理の迅速化、底質組成が異なる場合の吸着挙動の解明、支流調査の必要性を今後の課題として挙げている。本研究は魚のへい死の原因究明への貢献が期待できる、地環研として実施すべき研究であるので、鋭意進めていただきたい。また、失効農薬についても魚毒性の強い成分が検出される可能性はあるため、分析対象として検討

されることを提案したい。

「硫黄山噴火に伴う川内川の水質について」(鹿児島県環境保健センター)は、2018年4月19日に発生した硫黄山南側の噴火に伴う川内川の水質への影響をモニタリングした結果を報告したものである。噴火の影響として、pH及びヒ素の環境基準の超過が観察された。現在は、降雨の後にpHの一時的な基準超過があるものの、水質は安定しており、土木サイドが実施した沈澱池整備などの効果と考えているとのことであった。火山列島である日本では、首都圏においても富士山の噴火の被害が心配されており、本報告は火山噴火時の河川水質への影響に関する貴重な情報である。可能であれば、水質のみならず、降灰や堆積状況などの情報とともに報告書や論文として整理していただくことをお願いしたい。

「旧岩美鉱山抗廃水処理の将来予測に関する研究」(鳥取県衛生環境研究所)は、鉱山廃水の将来予測に関する発表であった。旧岩美鉱山(荒金鉱山)は黄銅鉱黄鉄鉱を産出し、続日本紀の因幡国から銅鉱が朝廷へ献上されたことが記録に残っているなど歴史がたいへん古い。また、鳥取地震により多くの犠牲者が生じたことでも知られている。現在は、1972年に知事が運営会社と覚書を締結し、県が主体となって年間約5千万円の経費をかけて処理を行っているとのことである。排水基準を超過しているpH、銅イオン濃度、鉄イオン濃度の3項目について、これまで得られたモニタリング結果を基に、Microsoft Excel等を用いて今後の水質変化の予測を行った。その結果は、鉱山から出る抗廃水について、鉄の目標値である10mg/Lの達成には104年度、銅の目標値である3mg/Lの達成には163年後であるのに対して、pHは479年後に排水基準5.8を達成すると予想された。銅濃度が排水基準を満たしてから先は、凝集沈殿物の金属資源としての売却は困難となり、pHの処理だけ必要になるとの見込みが報告された。今後も排水処理費用がかかり続けることから、経済的効果を伴う有効利用法の開発に期待したい。

「河川等の白濁事例の原因調査について」(岡山県環境保健センター)では、岡山県内の河川等の着色事象の中で特に多い、白濁原因の解明について事例発表があった。モモなどの果樹の栽培面積が大きい岡山県に特徴的な事例として、果樹の害虫駆除に使われる石灰硫黄合剤による白濁現象が紹介された。発表者らは、その原液は赤色透明であるが、約1万倍希釈された時、最も白濁して見えることを突き止めた。また、現場の白濁水には高濃度の硫黄が含まれていたことから、石灰硫黄合剤により白濁が生じたと推定した。次に、用水路が白濁した事例では、現場の水からクレオソート油特有の臭気を感じたことから、河川水にクレオソート油に加え、現場の水に含まれると考えられる界面活性剤(台所洗剤)を添加し

たところ、強く白濁する現象の再現に成功した。その他の事例として、珪藻による河原の石の白化現象、藍藻類 *Anabaeba* 属のプランクトンや農薬（乳化剤）が原因となる白濁現象が紹介された。本発表事例は、いずれも水質汚濁事象発生時に迅速な対応を可能とする分析体制を整備した岡山県環境保健センターの取組の成果であり、大いに評価したい。今後、新たに分析法の確立に向けた研究の推進を期待すると共に、確立された調査法については、他の地環研においても有効活用できるよう、積極的な情報提供をお願いしたい。

生物

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

古田 世子

本セッションでは、モニタリング手法の検討・確立に関して、森林劣化・衰退の監視と環境DNA技術についての2題と、生態系の復元・保護活動に関する、水草帯の復元およびアサリの復活についての2題が発表された。モニタリングは地方環境研究所の要ともいえる重要な業務のひとつであり、生態系の復元・保護活動を地域住民と連携して取り組むことは、今後の地域行政を考える上では重要な試みであり大変有意義な発表であった。

「森林劣化・衰退の監視と要因把握に向けた森林生態系における生物・環境モニタリング手法の確立」（国立環境研究所）は、国立環境研究所を主体として、新潟県保健環境科学研究所、北海道立総合研究機構環境科学研究所、静岡県環境衛生科学研究所、福岡県保健環境研究所、大分県衛生環境研究センターなど地方環境研究所とのⅡ型共同研究や各県の自然保護センター等により実施され、全国的なネットワークの重要性を感じた。また、観察者の主観によらない画像利用やドローンを活用した調査手法を検討されていることから今後の更なる成果を期待したい。

「環境DNA技術を用いたカラスガイのモニタリング手法の検討」は、近年大変注目されている環境DNA技術を用いた研究であった。本報告による環境DNA技術とは、水や土壌といった生物を取り巻く環境中に存在する生物由来のDNA（環境DNA）を利用して、そこに棲む生物や生態系に関する情報を手に入れることであり、環境DNA技術の利点は、調査地点の作業が水を汲むだけと大変簡便な点にある。

この技術開発が進めば、多くの情報が得られ生物分布調査に遺伝情報など新たな情報を付加できる可能性を秘

めており、大きく期待されるようです。

本発表ではカラスガイに特化したものであったが、この技術が様々な生物で利用可能となれば、地方環境研究所においても新たなモニタリングが展開できることが考えられ、今後のさらなる研究開発に期待したい。

「野尻湖の水草帯の復元と保全に関する研究」は、肉食性の強いソウギョの放流により全滅した水草の復元についての研究で、喪失した水草帯の復元を目指し、大学等の研究機関、地域住民等および地方環境研究所との協働により実施されているものであった。

このような、水草の復元については、様々が事業や研究が行われているが、一度失った環境を取り戻すことは大変難しく、ご苦労されている様子が伺えた。平成29年度から水草復元の兆しが見られたとのことで、今後も継続して行われるモニタリング調査結果に期待したい。

最後の「榎野川河口干潟における学校「あさり姫プロジェクト」の実施について」は、榎野川河口干潟で、全く獲れなかったアサリが干潟の耕うんや施網を行うことにより、イベント参加者がアサリ狩りを楽しめるほどに回復した等の成果を得ている。

また、演題名にある「あさり姫プロジェクト」とは、山林管理のために伐採した竹の有効利用により、竹製容器の中でアサリを1年程度飼育する環境学習プログラムで、参加者自らがアサリを管理し育てることで、人と海の関わりを学習する効果が得られることから、同様の問題を持つ他府県の参考になる事例であった。

最後に、本セッションにおいては、地方環境研究所等が実施してきた従来のモニタリングからドローンを用いた画像解析や環境DNAといった新しいモニタリング手法の報告や地域住民と地方環境研究所の協働により実施した事例が報告されたことから、活発な意見交換がなされた。今後の展開に期待したい。

廃棄物

鳥取県衛生環境研究所

成岡 朋弘

本セッションでは、廃棄物に関連する5題の発表があった。

「レーダーチャートを用いた水質特性評価手法の安定型最終処分場への応用」（福岡県保健環境研究所）では、有機物指標及び無機イオン成分を用いたレーダーチャートによって最終処分場の水質特性の把握を試みる水質特性評価手法について、過去に高濃度の硫化水素が発生し

た安定型最終処分場の浸透水に適用し、実際の処分場の状態把握について検討した結果が報告された。

対象とした処分場は1989年から2005年まで埋立が行われた処分場であり、1999年10月に高濃度の硫化水素が発生したため、福岡県による毎月の浸透水の水質及びガス抜き管の硫化水素濃度のモニタリングが開始された。解析の結果、1999年10月から2016年12月までの期間中において、ガス抜き管の硫化水素濃度は2005年の6月まで低く、レーダーチャートの形状にも変化がみられなかったが、2005年の夏季に硫化水素濃度が上昇して8月には1100ppmを示した。その際のレーダーチャートをみると、BODが7月に他の成分より高くなっていたが、硫化水素が発生した8月には急激に低くなっていた。同様の変化は2006年6月前後にもみられたとのことであり、硫化水素が発生した要因として易分解性有機物の急激な増加及び消費が示唆された。また、その原因としては、埋立層内が水の滞留によって嫌気的狀態となったためであることが報告された。

以上のことから、浸透水質のレーダーチャートを用いることによって、処分場を管理するうえで重要な情報を視覚的に提供できる可能性が示唆された。今後のさらなる情報の蓄積や他の処分場への適用が期待される。

「相模湾沿岸に漂着するマイクロプラスチック」(神奈川県環境科学センター)では、相模湾沿岸のマイクロプラスチック(MP)の漂着状況について報告された。

MPによる海洋等の汚染は近年世界的に注目されている問題であり、国内の発生源対策の必要性が指摘されているが、その取組は十分に行われてはいない。その対策として、まず汚染状況を把握するために、神奈川県内の相模湾沿岸の4地点と東京湾側の1地点の海岸において、2017年5月～2018年5月にかけて春、秋、冬に計4回の調査が行われた。

その結果、漂着するMPについて非定常的なものと定常的なものがあったことが報告された。非定常的に漂着したMPについては、ビーズクッションの封入材が廃棄時に環境中に漏出した微小発泡ポリスチレン球、代掻きにより流出した樹脂系被覆肥料の殻でエチレン酢酸ビニル共重合樹脂又はポリエーテルウレタン中空球状MPの2種類が確認された。一方、定常的に漂着したMPについては、出水期である秋期に最大となり、冬期に減少、春期に向けて再び増加する季節変動の傾向が報告された。この結果から、同一地点における一年を通じた代表的な漂着状況としては、出水期前の春期のデータを用いることが適当であることが指摘され、春期2期分の平均を用いて各海岸の漂着状況を類型化したところ、①ポリエチレン(PE)とポリプロピレン(PP)の漂着が多い、②ポリスチレン(PS)の漂着が大部分を占める、③漂着量自体が

少なく、PSの比率が低い、の3類型が示された。

今後の調査によって中長期的な変動の解明や発生源対策への活用が期待される。

「広島県内の一般廃棄物に関する調査・検討」(広島県立総合技術研究所保健環境センター)では、広島県内の一般廃棄物排出量とリサイクル率の現状について報告された。

広島県における一般廃棄物の総排出量は平成22年度までは減少傾向であったが、それ以降は平成28年度まで横ばいであった。生活系・事業系別では、生活系ごみは減少、事業系ごみは増加傾向であった。このことから事業系ごみの増加が総排出量に影響を与えていることが示唆された。また、可燃・資源等の種類別に排出量をみると、生活系可燃ごみ・資源ごみはほぼ横ばいであったが、事業系可燃ごみは増加傾向にあり事業系ごみとしての排出量増加の原因であることが推測された。

資源化量については、RDF事業が本格稼働した平成16年度に増加したが、その後は減少傾向が続いている。現状では資源化量のほとんどがRDFで占められているとのことであった。また、リサイクル率については、RDF事業の稼働に伴って平成16年度に増加したが、近年は減少傾向であった。全国平均と比較すると、平成16年度から上回っているが、固形燃料等を除いたリサイクル率(R率)では、全国平均を大幅に下回っている。広島県において現状で資源化量が多い固形燃料、紙類、容器包装プラスチック、金属類、ガラス類については、近年の資源化量が減少して全国の資源化量と比べても減少率が大きいとのことであった。

今後の課題について事業系可燃ごみの排出量増加の原因や資源化量減少の原因の調査等が挙げられ、広島県のリサイクル率の向上のために今後の調査・研究が期待される。

「廃瓦の再生材利用に向けた環境安全性評価」(鳥取県衛生環境研究所)では、鳥取県内で発生した廃瓦の有害金属含有量の実態調査を行い、鉛について含有量試験及び溶出試験の結果を報告した。

鉛を含有した釉薬が使われている瓦があることが知られており、廃瓦を再生材として利用していく際に環境安全性の確認が望まれている。

鳥取県内で採取した廃瓦について釉薬表面のXRF分析、粉碎した廃瓦のJLT19及びJLT46の溶出試験を実施したところ、XRFの結果から鳥取県内にも鉛含有量が1～3%程度の釉薬が使用されている廃瓦が存在していることが明らかになった。一方で、JLT19の結果から釉薬に1～3%の鉛が含まれていても瓦全体の含有量として評価すれば基準値を超過しないこと、JLT46の結果からも瓦再生材が環境を汚染する危険性が低いことも報告された。これら

の結果から、分析した廃瓦については再生材として利用したとしても環境安全性は十分に担保できることが示唆された。

「事業所における化学物質の取扱量の推定に関する検討—大阪府を事例として—」（大阪府立環境農林水産総合研究所）では、PRTR制度での届出データである排出量、従業員数、業種などから取扱量を推定するために行った、大阪府に届出された取扱量とPRTRデータの比較検討について報告があった。PRTR制度では事業所に対して化学物質の排出量・移動量の届出を課しているが、取扱量を把握している自治体は全国で大阪府を含めて13自治体しかない。

2010年度から2015年度までに大阪府に届出のあった取扱量データとPRTRで届出のあった排出量・移動量データの関係について、業種別及び従業員数別に解析を行った結果、高等教育機関ではほぼ1:1で対応し、取り扱った化学物質のほとんどが下水・廃棄物として、あるいは、環境中へ排出されていることが示された。

一方、金属製品製造業では排出量・移動量が10トン以上ではほぼ1:1で相関していたが、10トン未満では排出量・移動量は取扱量より少なかった。このことから、排出量・移動量が取扱量より少ない事業所では、化学物質を含む排ガス・排水の処理能力が高いこと、製品の製造のために消費されているものが相対的に多いこと等が推測された。また、金属製品製造業における従業員数別の排出量・移動量合計/取扱量の比をみたところ、従業員数が多いほど小さく、規模が大きな事業所ほど排出への対策が進んでいることが推測され、その比は排出対策の推進や経済状況により変動することが示唆された。

以上の結果から、取扱量の推定において、化学物質ごとに排出・移動量合計/取扱量比を業種、従業員数で区分して検討することの必要性が指摘され、推定モデルの構築が期待される。

今年度の当研究発表会における廃棄物セッションは1セッションのみであったため、廃棄物関係の担当者としては若干の憂いがあったが、会場には多くの方にご来場いただき、それぞれの発表に対して活発な議論をしていただいた。記して感謝の意を表したい。

放射線

島根県保健環境科学研究所

松尾 豊

本セッションでは、2011年3月の東京電力福島第一原子力発電事故を契機とした、放射線に関する2題の発表があった。

「低線量環境放射線の植物への影響の検出」（国立環境研究所）では、アサガオをモニタリング対象として、2014年から比較的線量が高い帰還困難区域を含む各地で栽培し、葉におけるストレス応答遺伝子の発現量、種子の形態変異、ゲノムDNAのメチル化率を調査した結果の報告があった。福島県双葉郡浪江町の帰還困難区域内と、対照区として茨城県つくば市内で栽培を行った結果、ゲノムDNAのメチル化率は、スカーレットオハラという品種で浪江町の形態変異した種子がつくばの正常の種子と比べて低い傾向があり、ゲノムの安定性が低くなっていることが示唆された。この品種では低線量環境放射線の影響の指標となる可能性があり、今後調査の継続により知見の集積が期待される。

「福島県内における仮置場跡地での現地調査結果について」（福島県環境創造センター）では、除染による除去土壌等は除染現場や仮置場に一時保管された後、福島県外で最終処分されるまでの間の管理・保管のため順次中間貯蔵施設に輸送されており、今回、福島県内の汚染土壌等の仮置場跡地2箇所の放射線量や放射性セシウム濃度を調査した結果の報告があった。今回の調査では仮置場跡地において除去土壌等による明確な汚染は認められなかった。今回の調査では、環境省の「除染関係ガイドライン」よりも精緻に地点を追加して調査を行ったが、ガイドラインによる選定地点では仮置場の形状等によっては判断が難しい所も出てくると考えられ、今後も現地で測定を行っていききたいとのことであった。