

＜特 集＞第49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

セッション1（水環境Ⅰ）

山口県環境保健センター

橋本 雅司

本セッションでは、公共用水域及び地下水等に関して5題の研究発表があった。

「塩化物イオンを指標とした地下水の人為的負荷影響調査」（福岡県保健環境研究所）の発表は、地下水への人為的な影響を把握することを目的として、地下水中の塩化物イオンの存在状況について福岡県内における地理的分布の特徴を明らかにしたものである。平成17年度から令和3年度に実施した広範囲にわたる地下水の分析結果（702件）から、コンター図を作成したところ、塩化物イオン濃度は沿岸部で高く、内陸部で低い分布となり、塩化物イオンの主な供給源が海成風送塩であることが示唆された。また、コンター図で塩化物イオン濃度が特異的に高い地点について確認したところ、人為的影響を受けている可能性が高いことがわかり、このことから、任意の地点において塩化物イオン濃度に着目することで、人為的な負荷の可能性が推定できることがわかった。質疑では、人為的影響が示唆された事例について、原因究明や発生源の推測及び他の検出項目との関係について議論が交わされた。

「降雨時における市街地排水中の硝酸イオン濃度の年々変動」（千葉県環境研究センター）の発表は、印旛沼において全窒素の流入負荷量の約7割を占める面源負荷の主な要因の一つである市街地排水について、降雨時調査から硝酸イオン濃度の年々変動について検討したものである。調査は、①市街地の調整池の雨水流入口において2020年6月から市街地排水を、②調整池から20km離れた道路橋梁部において、2019年6月から道路排水を採水して行った。いずれの地点も、排水の由来は主に雨水であり、市街地排水では、降雨初期の硝酸イオン濃度は2～13mg/Lであった。その後、降雨とともに濃度が大きく下がり、累積降水量40mmを超えると2mg/L程度以下であった。道路排水は、降雨初期は1～40mg/Lとばらつきが大きく、降雨とともにゆるやかに低下し、累積降水量30mmを超えると

1mg/L程度以下となった。季節毎の硝酸イオン濃度の平均値は、2020年6月以降2年間は変動が小さかった。なお、道路排水については、2019年の冬季を中心に2022年6月以降より濃度が高く、社会経済活動の減少による大気粒子濃度の低下等、大気由来窒素の市街地等の面源負荷への影響についても検討が必要と考えられた。質疑では、雨水に含まれる硫酸化物や窒素酸化物の量との比較及び収支、雨水の季節変動について議論が交わされた。

「2010年代の播磨灘における観測データを用いた栄養塩類の空間解析」（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）の発表は、播磨灘において、貧栄養化解消のため効果的な栄養塩供給を行うにあたり、鉛直混合をはじめとする栄養塩類の循環メカニズムを明らかにすることを目的として、栄養塩類の空間的な分布について観測データを用いて解析を行ったものである。2010年から2019年の8地点における夏季及び冬季の表層水及び底層水の全窒素、溶存無機態窒素、クロロフィルaの濃度及び水温について解析を行った結果、陸からの栄養塩流入の影響は、沿岸域における全窒素、クロロフィルaの濃度上昇に現れ、また、沿岸域の溶存無機態窒素濃度は沖に比べて低かったことから、流入後、沿岸域において直ちに生物に消費されていると考えられた。冬季には、場所に関係なく、鉛直混合が起り、明石海峡付近においては、一年を通して表層水・底層水の差が小さく、海峡部の激しい水輸送による鉛直混合の影響を受けていることが示唆された。質疑では、海水温に潮流がどのように影響しているかについて、黒潮の影響を強く受けていることのほか、地球温暖化の影響による夏季の成層など議論が交わされた。

「鹿児島湾及び流入河川の難分解性有機物について」（鹿児島県環境保健センター）の発表は、鹿児島湾の中でも閉鎖性の高い湾奥部において、CODが夏季に環境基準値を上回る要因の一つとして考えられている難分解性有機物について、測定方法の検討及び実態調査を行った結果をとりまとめたものである。先行研究を参考に最大200日間の生分解試験と有機物量の変化を把握するためのTOC、DOC、COD等の測定を行った結果、100日間生分解試験を行った後に残存する有機物を難分解性有機物、100日間で分解される有機物を易分解性有機物として、鹿児島

湾奥部を中心に5地点、流入河川2地点において調査を行った。調査の結果、難分解性有機物は年間を通して変動が小さく一定量が存在していること、易分解性有機物及びCOD並びにTOCは夏季に高く、冬季に低い季節変動があることがわかった。また、難分解性有機物は、CODとして表されない有機物を多く含むことが示唆された。質疑では、易分解性有機物の影響でCODが夏季高くなる原因や、TOCの測定に係る課題などについて議論が交わされた。

「鹿児島湾における植物プランクトンとCODの関係」(鹿児島県環境保健センター)の発表は、鹿児島湾奥部において夏季にCODが環境基準値を上回る要因の一つとして植物プランクトンの増殖に着目し、植物プランクトンの細胞数及び総炭素量について調査を行ったものである。鹿児島湾奥部の中央に位置する地点の表層水を用いて、2019年3月から3年間、COD及び溶存態COD、植物プランクトンの総細胞数について調査を実施した。植物プランクトン総細胞数をもとに算出した植物プランクトンの総炭素量は、春季から夏季にかけて増加し、冬季にかけて減少するCODと類似した変動を示した。また、植物プランクトン総炭素量とCODには正の相関があり、植物プランクトンの総炭素量が増加すると、溶存態COD及び懸濁態CODのいずれも濃度が上昇する傾向がみられ、植物プランクトンの増殖が溶存態CODを含む海水中の有機物に影響していると考えられた。質疑では、総炭素量の算出方法、CODとクロロフィルaの相関、植物プランクトンの増殖要因について議論がなされた。

以上、本セッションでは地下水への人為的影響や大気影響が指摘されている市街地排水の窒素化合物濃度、海域における栄養塩類の挙動、CODの環境基準超過要因といった水環境をとりまく様々な課題について事例報告が行われた。質疑も活発になされ、本セッションでの知見の共有や議論が各地方環境研究所で課題に取り組む職員にとって、参考となる貴重なものとなったのではないかと感じた。

セッション2 (水環境Ⅱ・生物・化学物質)

千葉県環境研究センター

横山 新紀

本セッションでは、生物応答試験や水環境中に含まれる化学物質に関する5題の研究発表があった。

「汽水域・海域における生物応答試験法の検討について」(名古屋市環境科学調査センター)は、水生生物を用いた水質の生体影響評価手法である生物応答試験について、耐塩性のある甲殻類、魚類を用いた試験法の検討を行ったものである。甲殻類試験は淡水から汽水域にかけて生息するオナガミジンコ属を用い、10日間の合計産仔数を算出し、淡水棲の試験生物であるニセネコゼミジンコの結果と比較した。魚類試験については、腎機能が発達しており耐塩性が非常に高いと言われているヒメダカの受精卵を用い、海水濃度100%、80%、40%濃度区において60卵/濃度区で約14日間飼育し孵化率、生存率などを比較した。甲殻類試験結果は、産仔の数、頻度ともにオナガミジンコが若干少ない傾向となったが、生物応答を用いた排水試験には使用可能であることが考えられた。魚類試験については、海水濃度100%においても孵化に影響は認められず、稚魚の死亡も確認されなかったことから、ヒメダカの受精卵を用いた汽水・海水試験は可能であると考えられた。質疑では、実試料を用いた試験方法の検討について議論が行われた。

「地方環境研究所が対象とする多様な水環境と管理に向けた生物応答の活用」(埼玉県環境科学国際センター)は、令和元年度から3年間実施した地環研10機関の共同研究である各種生物応答試験を全国の河川水へ適用した事例について報告したものである。令和元年度は、河川水80%試験区において影響が見られた機関があったが、原因物質の特定には至らなかった。令和2年度は甲殻類、藻類に強い阻害が見られた河川があり、重金属の影響が疑われた。令和3年度は甲殻類に対して強い阻害が見られた地点があり、工場排水の影響が疑われた。環境基準A類型や生物Aの比較的良好な水質と判断できる地点であっても、水生生物への影響が確認された地点があったことから、生物応答試験が生物から見た水質の「ものさし」としての有用であることが示された。令和4年度以降の共同研究では、海水・汽水域を含む全国の様々な水環境に対応可能な生物応答試験法を検討予定である。質疑では、生物応答試験の精度管理の検討などについて議論が行われた。

「大和川水系上流域における生活由来化学物質(PPCPs)の環境実態調査」(奈良県景観・環境総合センター)の発表は、未規制化学物質である医薬品類をはじめとした生活由来化学物質(PPCPs)について、奈良県の河川を対象とした、環境実態調査を行い、生態リスク評価を実施したものである。冬期と夏期に調査を行った結果、夏期及び冬期に何れかの地点で検出された。冬

期調査時の方が検出地点数は多く、検出濃度も高かった。下水処理による除去効率90%以上のValsartanと約10%のIrbesartan濃度比から河川への未処理下水放流影響を評価したところ診療所等の高齢者福祉施設が複数存在し、下水道整備が遅れている地域の下流で、顕著に高くなった。また、予測無影響濃度を超過したことから、河川における未処理下水の影響評価に適用できることが示された。PPCPsの各物質の濃度を比較することで、採水地点ごとの特徴が把握でき、地域ごとの排出実態を把握することの重要性が示された。予測無影響濃度

(PNEC)を超過した物質について、国内の検出事例と比較したところ、国内の先行研究より低い数値であった。質疑では、調査地点の立地による特異性などについて議論が行われた。

「IC-ICP-MSを用いたガドリニウム化合物の形態別分析法の開発」(福岡県保健環境研究所)は、近年、化学形態毎に異なる毒性を持つガドリニウム(Gd)の形態別分析法として、分離部にイオン交換クロマトグラフィー(IC)と質量分析部にICP-MSを用いた分析法(IC-ICP-MS)の開発を行ったものである。日本国内では、Gd化合物はMRI造影剤として使用されており、その中で入手できた4種の標準品を対象とした。溶離液濃度等の分析条件の検討を行い、グラジエント分析により4種の化合物のGd化合物を分離、定量することができた。また、開発した分析方法により、福岡県内河川水の測定を行ったところ、下水放流水の影響を受ける地点で、Gd化合物の1つであるGd-BT-D03Aが1100ng/L検出された。今後は、開発した分析法を環境試料に適用させ、より多くのGd化合物に適用できる条件検討が行われる予定である。質疑では、病院排水による河川水の影響等について議論が行われた。

「アクリル酸*n*-デシルの分析法開発及びアクリル酸エステル類の同時分析検討」(長野県環境保全研究所)は、環境省の化学環境実態調査の一環で、媒体中のアクリル酸*n*-デシルの分析法開発及び対象物質と類似構造を有する物質の同時分析法を検討した結果について報告したものである。サンプル注入量やカラム等を検討した結果、環境省の要求感度を満たすことが可能となった。分解性スクリーニング試験では保存条件により残存率の低下が見られたが、pH等の条件を調整することで湖水、海水とも要求を満たす残存率にすることができた。開発した分析方法を環境試料の測定へ応用した結果、調査を行った河川では検出されなかった。同時分析法の開発では、アクリル酸エステル類9物質の同時分析の検討を行い、6物質

について環境省の要求感度を満たすことができたが、今後さらに検討を行い、分析法の確立が期待される。

以上、本セッションでは耐塩性をもつ水生生物を用いた生物応答試験方法の検討や、水環境中に存在する化学物質の新たな分析方法の検討といった内容について研究報告や質疑などが行われた。本セッションの内容は関心の高い内容であると考えられ、得られた知見を広く共有することが望まれる。

セッション3 (水環境Ⅲ・廃棄物)

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、マイクロプラスチック、プラスチックごみ及び災害廃棄物に関連する4題の研究発表があった。

「福岡県内河川の定常時マイクロプラスチック調査」(福岡県保健環境研究所)では、福岡県内の5河川を対象としたマイクロプラスチックの定常時における流出状況調査の結果が報告された。河川全体の傾向としては、マイクロプラスチック(MP)の個数密度の増減について季節変化は顕著にみられず、調査日によってばらつきが大きかった。5河川全体の平均個数密度は6.02個/m³であり、先行研究(1.6個/m³)と比較して高い値を示した。年間流出個数は、最も多い地点で5,270万個と算出された。都市域河川、農業地帯河川及び工業地帯河川のMPを比較すると特徴的な形状や材質、色などがあり、それぞれの地点で排出源が異なることが推定された。排出抑制対策としては、普遍的なMPの抑制対策とともに、個々の地域での特徴的なプラスチック排出源からの排出を抑制する必要があるという提言があった。

「栃木県内の環境中に排出される廃プラスチック類に関する調査(第3報)」(栃木県保健環境センター)では、栃木県内の環境中(主に河川)に排出される廃プラスチック類の実態把握及び発生抑制対策、環境学習等への活用方法を検討する基礎資料を得る目的で、河川への廃プラスチック類の流入経路や市街地等を調査し、環境中に流出した廃プラスチック類の発生原因等について検討した結果が報告された。流入経路調査では、河川ごみの多い箇所やごみの種類の確認が行われた。市街地調査においては、路上、水路周辺、ごみステーション等で散

乱ごみが確認され、発生原因として主に意図しない散乱が原因と考えられた。施設等の管理の徹底について、普及啓発や注意喚起が必要との考えが示された。河川ごみ定点調査では、河川敷や周辺道路などの定期的な清掃が河川への流出防止に有効と考えられた。質疑では今後調査結果を環境学習等へどのように反映するか言及された。

「海岸漂着マイクロプラスチック調査を用いた環境学習の実施について」（山口県環境保健センター）では、令和2年度に作成した環境学習用マイクロプラスチック（MP）調査の手引きを用いて実施した学習会（授業）により得られた知見について報告があった。学習会直後と一定期間経過後に行ったアンケートでは、学習会や授業で高まった海洋プラスチックごみ問題に対する関心が一定期間経過後も継続していることが確認され、また、プラスチックごみ削減の行動に繋がる傾向が見られた。MP調査の手引きをツールとして活用し、市や環境学習推進センター等と連携することで、多様な主体から県民への環境学習の機会が与えられることになると考えられ、海洋プラごみ発生抑制に繋がることを期待される。

「GISを用いた災害廃棄物仮置場選定手法のマニュアル化について」（富山県環境科学センター）では、地理情報システム（GIS）を用いて土地利用の制約条件等を踏まえた仮置場候補地の情報整備等のマニュアル化について紹介があった。本研究では富山県内の一級河川の水害を対象として災害廃棄物発生量の推計を行い、その分布状況をGISで表示した。対象流域のA市において、あらかじめ選定された仮置場候補地の現地調査を行い、土地形状や設備等に関する課題を明らかにした。また、仮置場候補地と周辺環境や土地利用などの条件をGISによる空間解析を行い、土石流警戒区域に該当する地点、洪水浸水想定区域に該当する地点など現地では分かりづらかった周辺環境の課題を明らかにした。仮置場候補地の現地調査と周辺情報のGIS化は周辺環境と併せて総合的な判断が可能になり、防災拠点や避難所として活用したい関係機関と協議する上で有用と考えられる。質疑では、対象となった仮置場候補地の評価について議論がなされた。

以上、本セッションでは河川におけるMP調査や廃プラスチック類の発生原因調査、海岸漂着MP調査を通じた環境学習に関する調査、GISを用いた災害廃棄物発生時の仮置場の選定に関する調査といったプラスチックによる環境汚染問題をはじめとする廃棄物対策について事例報告や質疑が行われた。本セッションの内容は社会的関心

も高い内容であると考えられ、得られた知見は広く共有されることが望まれる。

セッション4（大気）

沖縄県衛生環境研究所

友寄 喜貴

本セッションでは、大気に関する5題の研究発表があった。

「山口県における大気粉じん中の多環芳香族炭化水素類の調査について」（山口県環境保健センター）の発表は、多環芳香族炭化水素類（PAHs）22物質について、県内4地点で2019年4月から2022年3月に継続的な環境調査を行った報告であった。結果として、気塊のエイジング指標であるBaP/BeP比は、県内4地点の比が越境と判断される黄砂時の比より大きかったことから、県内4地点で観測されたPAHsは大陸からの越境汚染より地域汚染の影響が大きいと推測された。また、PAHsの偏在率は寒候期にPM_{2.5}側で高かった。PAHs15物質について毒性等量（TEQ）への寄与率を試算したところ、BaPとDBahAが高く両物質合計で83から84%であった。PAHsはガスと粒子状の状態で存在しており、季節変動やPM_{2.5}への偏在率は気温の影響を受けていると考えられる。今後はガス状のPAHsを含めた環境濃度の把握が望まれる。質疑では、TEQ換算の際、BaPの寄与率とDBahAの寄与率の地点間の差について等が議論された。

「名古屋市における揮発性有機化合物の昼夜観測」（名古屋市環境科学調査センター）の発表は、米国EPAの光化学モニタリングステーションで測定されているVOCsと有害大気汚染物質に該当するVOCsの大気中濃度や成分組成の季節ごとの変動を知るために、季節別の昼夜観測を行った報告であった。大気中VOCsの合計濃度は夏季においてのみ、観測日すべてで昼間が同日の夜間に比べて大きく、組成比に関しては昼夜ともにアルカン類、芳香族炭化水素類、その他が大きくなる傾向がみられた。冬季はその他の季節に比べると組成比の変化が少なかった。オキシダント濃度は夏季と秋季において昼間が同日の夜間に比べて大きい傾向がみられ、アルデヒド濃度は春季以外で昼間が同日の夜間に比較して大きかった。質疑では、名古屋市においてオキシダント濃度が高くなる季節やその発生原因に地理的な要因があるか等が議論された。

「都市域バックグラウンドデータを用いたPM_{2.5}に対する地域変動寄与の簡易推定」（熊本県保健環境科学研究所）の発表は、都市域バックグラウンド（BG）地点でのPM_{2.5}等の測定データを活用することで都市域の濃度変動を越境移流等の影響による広域変動と地域発生源等の影響による地域変動に切り分けて評価を行った報告であった。都市域と都市域BGのPM_{2.5}濃度を用いて、地域間の濃度差による算出（差分法）と回帰分析による算出（回帰分析法）で簡易的に地域変動寄与割合を推定している。2手法で推定した結果から都市域における地域変動寄与割合は24～39%であり、手法による大きな違いはなかった。また、地域変動は都市域PM_{2.5}濃度に対し、一定の寄与があることが示された。質疑では、PM_{2.5}の常時監視の評価については日平均データで評価しているが、年平均ではなく日平均データでの差分法の結果等について議論がなされた。

「火山活動が大気環境に与える影響について」（鹿児島県環境保健センター）の発表では、桜島の火山活動による大気中の粒子状物質への影響を明らかにするため、火山活動時に特異的に検出される元素を選定し、火山活動由来の一次生成物質による大気中のPM_{2.5}及びSPMへの定量的な影響についての報告であった。成分分析の結果から、桜島の火山活動の影響がある時期に特異的に検出される希土類元素を見出し、一部の希土類元素が火山灰の指標となり得ることが示唆された。また、これらの希土類元素を用い、火山灰の含有量を推定式により算出し、桜島島内の有村局におけるPM_{2.5}及びSPMへの火山活動による定量的な影響が示された。噴火観測時と爆発観測時での火山活動による影響の違いを考察することで新たな知見を得られることが期待される。質疑では、爆発と噴火の違いや、解析の際の近隣の他の自治体の成分分析の結果の使用についてなど議論された。

「Pythonの利用による流跡線解析とその解析例について」（沖縄県衛生環境研究所）の発表は、PythonのライブラリであるPySPLITを用いて多数の流跡線の重ね書きや二次的な解析が可能になり、今回はその流跡線解析事例を紹介したものである。対象地点はうるま市で2017年度から2020年度の四半期毎にPM_{2.5}の成分分析期間である14日間を対象とした。流跡線解析を多数作成する場合は流跡線の妥当性を検討する必要があり、今回は流跡線の終点を新たな起点とする逆解析を行い、PySPLITのみについている誤差計算機能を用い不適切なものを除いた。その結果を用いて、Pythonの地理情報ライブラリを利用し流跡線の経路からどの地域を通ったかによる分類が可能となる。また、有効な流跡線を用いて1日ごとに地域を自

動判定して年度や季節ごとに集計したりなど、Pythonライブラリを活用し、適当な基準を決めることで効率的に地域の分類を行うことが可能となる解析の紹介であった。質疑では、逆解析の際に差が出る理由などについての議論がなされた。

以上、本セッションでは地域における大気環境への影響に関する研究報告及び流跡線の二次的な解析に関する紹介が行われた。大気汚染の解明は、各種データや解析、様々な視点からの研究が必要であり、本セッションでの知見の共有や議論は、他の地方環境研究所における研究の参考になると考えられる。

セッション5（気候変動・放射線）

福岡県保健環境研究所

山本 重一

本セッションでは、気候変動及び放射線に関する3題の発表が行われた。

「熱中症予防につながる調査研究及びその普及啓発について」（川崎市環境総合研究所）の発表は、川崎市の環境大気測定局の気温データと熱中症救急搬送状況との関連を含めたデータ解析とそのデータを活用した普及啓発についての報告であった。熱中症救急搬送状況について、猛暑日日数、搬送者数及び高齢者（65歳以上）の搬送割合は増加傾向であり、最高気温が30℃以上で熱中症リスクが急激に増加することが分かった。時刻別の熱中症搬送状況からは、熱中症リスクが高い時間帯において、早めの対策が重要であることが示された。発生場所別の熱中症救急搬送状況については、「住居」での発生が最多で、次いで「道路」が多く、クーラーや日傘の使用など発生場所に適した対策が大切と考えられる。熱中症の発生は高齢者が多いことを踏まえて、川崎市では令和3年度から高齢者を中心とした熱中症予防啓発を実施している。令和4年度の普及啓発活動では、調査研究結果を活用するとともに、行動科学の手法を組み込んだナッジ理論を導入した熱中症予防リーフレットを提供した結果、リーフレット要望枚数が令和3年度に比べて2倍以上に増加したという改善効果について言及があった。質疑では、日傘による暑さ軽減効果について議論があった。

「東京湾、手賀沼、印旛沼及び流入河川底質中における放射性セシウムの長期的変動」（千葉県環境研究センタ

一)の発表は、2011年3月に発生した東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により、環境中に多量に放出された放射性物質のうち、東京湾及び千葉県北西部に位置する手賀沼、印旛沼と流入河川底質中の放射性セシウムの分布と変動についての報告であった。東京湾底質調査では、経年的に放射性セシウム濃度が低下していたものの、北部にある江戸川、印旛沼放水路の河口付近、河口部から離れた水深が深い地点、南部では河川流域に降下した放射性セシウムが流入したと考えられる地点で濃度が横ばい、又は増加していた。手賀沼、印旛沼及びその流入河川底質調査では、いずれの地点も経年的に底質中の放射性セシウム濃度は低下していたが、放射性セシウムの沈着量の高い地域を集水域とする手賀沼の西側では高い傾向が続いていた。なお、2013年10月の台風26号の影響により、流域に堆積していた放射性セシウムが移動したことにより濃度が急激に低下していた。放射性セシウム濃度と強熱減量との関係について、東京湾河口部及び一部の河川底質で正の相関がみられることから有機物に付着して移動・堆積していると推測された。質疑では、河川の粒度と強熱減量の関係について議論があった。

「福島県内の仮置場における除去土壌等保管容器及び遮水シートの長期耐久性評価」(福島県環境創造センター)の発表は、福島県内の除染活動で発生した除去土壌等の仮置場で実際に使用されている保管容器及び上部遮水シートについて、長期耐久性を評価した報告であった。保管容器を対象とした引張強度試験では、遮光保管された耐候性大型土のう及びフレキシブルコンテナは7年程度使用しても強度が保たれており、長期耐久性が期待できた。比較対象で実施した促進暴露試験から、劣化には日光だけでなく温度変化による伸縮疲労が寄与していることが考えられた。上部遮水シートを対象とした試験について、PVC遮水シートは強度、耐水度共に問題ないが、通気性防水シートの耐水度は極めて低くなっていたことが分かった。質疑では、保管容器の劣化、破損原因について議論があった。

以上、本セッションでは、気候変動は熱中症の予防について、救急搬送状況と温度データ及びナッジ理論を活用した普及啓発。また、放射線は福島第一原子力発電所事故後の影響把握及び問題への対応に関する報告であった。本セッションの発表は、一般の方にとっても関心の高い内容であり、継続した調査によるデータの蓄積や適切な情報発信は、国民の安心安全にとって重要と感じた。