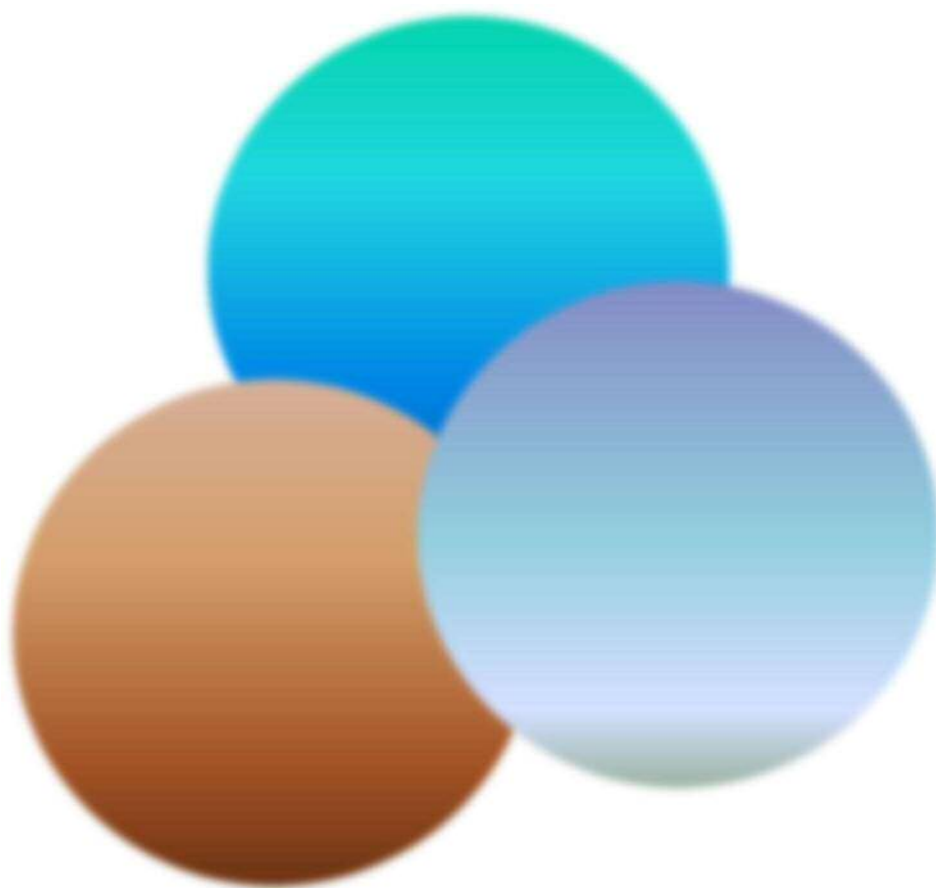


ISSN 2424-1083

季刊 全国環境研会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.48 No.2 2023 (通巻 167 号)



目 次

【巻頭言】

コロナ禍を経て～地方の試験研究機関の危機事象への備えについて～ 村田健 / 1

【特 集／各学会併設全環研集会・研究発表会】

- 第33回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要 石川県保健環境センター / 2
令和4年度全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要 石川県保健環境センター / 6
全環研研究集会（大気分野）の概要 石川県保健環境センター / 10
第57回日本水環境学会年会併設研究集会の概要 石川県保健環境センター / 12

【報 文】

- 沖縄県における河川水白濁に関する事例研究 城間一哲・友寄喜貴 / 15
長期再解析データを用いた気候変動に関する研究—極端気象発生日における大気場の特徴について—
..... 初鹿宏壮・浦谷一彦 / 21
岩手県における地下水中の鉛起源推定—給水用具の溶出影響評価を中心に—
..... 伊藤朋子・橋本裕子 / 27

【環境省ニュース】

- 環境研究総合推進費，G7 札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合及び脱炭素先行地域について
..... 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 / 33

C O N T E N T S

Case Studies on White Turbidity of River Waters in Okinawa Prefecture	Ittetsu SHIROMA, Nobutaka TOMOYOSE	/ 15
Research on climate change using long-term reanalysis data	Hiroaki HATSUSHIKA, Kazuhiko URAYA	/ 21
Estimation of Lead Origin in Groundwater in Iwate Prefecture	Tomoko ITO, Hiroko HASHIMOTO	/ 27

◆巻 頭 言◆

コロナ禍を経て
～地方の試験研究機関の危機事象への備えについて～

福井県衛生環境研究センター所長 村 田 健



本年度、全国環境研協議会の会長を務めさせていただくこととなりました、福井県衛生環境研究センター所長の村田です。全国環境研協議会の会員機関の皆様には、環境問題の解決に向け、日々調査研究に御尽力いただいておりますことに深く感謝申し上げます。この数年、新型コロナウイルス感染症対応のため、協議会の活動は大きく制約を受けてきましたが、新型コロナウイルス感染症が一定の収束を見せ、5類へ移行した今年度、協議会活動の通常化に向けて精一杯努力してまいりますのでよろしくお願いいたします。

当所は、多くの地方環境研究所と同様に、地方衛生研究所の機能も併せ持つ研究機関です。昭和24年に設立された「福井県衛生研究所」から、環境に係る試験研究機関として昭和45年に独立し「公害センター」として発足しました。その後、「環境センター」、「環境科学センター」への組織変更を経て、平成14年に再び「衛生研究所」と統合し現在の「衛生環境研究センター」となりました。現在、環境部、保健衛生部および管理室の2部1室からなり、大気・水質等の環境の監視・検査、細菌ウイルス・食品等の検査、そして環境・衛生に係る各種研究を行う県内唯一の公的試験研究機関としての役割を担っています。

このため、世界的なパンデミックとなった新型コロナウイルス感染症により当所業務も多大な影響を受けました。私が当所に20数年ぶりに着任した2年前は、まさにコロナ禍のただ中で、職員が昼夜、休日なくPCR検査やゲノム解析に追われておりました。家族の感染に伴う出勤停止職員も生じる中、通常検査や研究の取捨選択・先送りなどの機動的な業務シフト、業務の垣根のない協力体制そして職員の不断の働きがあって、機関としての機能を止めることなく、今、ようやく日常を取り戻しつつあることに、安堵と職員の努力への感謝を感じています。

ただ、日常に戻るといってもコロナ禍しか知らない職員も多く、特に相対的に優先順位が低くなっていた調査研究は意識付けを含めて再起動には時間を要しそうです。また、この貴重な経験を公的試験研究機関としての役割にどう活かすかを考える毎日です。

衛生に限らず、環境被害を生じうる災害等は、これまで福井豪雨による大規模な水害、化学工場の爆発事故による大気汚染など、当県でもその対応を経験してきました。そして、今後、危惧される気候変動の進行によりさらに増える可能性もあります。

こうした危機事象への対応のため、当県・当所でも体制確保等に係る計画を策定していますが、有事の際に、公的試験研究機関として期待される即時対応できる技術力と知見が確保できているかは正直分かりません。

様々な事象への備えには人員や機器などの確保が望まれ、特に想定外の事象にも対応できるよう職員の資質向上が不可欠です。しかし実際は、通常検査業務に追われ学習や新規研究への挑戦への余力がなくなり、また人事異動のスパン短縮による経験者不足などから、組織としての能力維持にも苦慮しているところです。

このように厳しい現状ですが、精度ある試験・検査・監視と調査研究を両立させ、技術承継とトレードオフが懸念される中でも、業務を取捨選択し、新しい諸課題に対応できる時間と人を創りだしていきたいと考えています。こうした課題は、地方の試験研究機関にとってコロナ禍前からも変わらぬ課題であったと思います。

人材育成に必要な経験と知識を幅広く得るための研修、有事の際の知見等の情報共有等、地方の試験研究機関の連携がさらに重要になっていくものと考えています。

平成9年のロシア船籍タンカー「ナホトカ号」の油流出事故では、大量の重油が日本海沿岸各地に漂着し、自然環境や地域住民の生活に深刻な影響を与えました。被災当時、環境影響は長期に及ぶと思われましたが、現在、豊かで美しい海岸線を取り戻しています。自然の治癒力に感銘を受けるとともに、当時、寒風吹きすさぶ中、駆け付けていただいた多くのボランティアの方々の御助力を思い返し、人のつながりが大きな力となると思っております。

最後になりましたが、危機事象対応に限らず、これから一層、全国環境研協議会を通じた取組みが重要になるものと捉えています。今後とも、全国環境研協議会の活動に御理解と御協力をお願いします。

＜特 集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第33回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要

石川県保健環境センター

令和4年9月22日に廃棄物資源循環学会廃棄物試験・検査法研究部会と全国環境研協議会との共同で、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会併設集会【全国環境研協議会研究発表会】（以下、「併設研究発表会」という）を開催した。今回、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会は現地参加（宮崎大学工学部[宮崎県宮崎市]）及びオンライン参加によるハイブリッド形式で開催されたが、当協議会は、新型コロナウイルス感染症対策を引き続き推進することが重要であるとの判断により、併設研究発表会を原則オンライン開催とした。なお、併設であるため、学会参加者はハイブリッド形式での参加であった。

併設研究発表会は2部構成とし、第1部を全国環境研協議会研究発表会として4題の演題発表、第2部を廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会として3題の演題発表と意見交換を行った。当日は把握できただけで39機関の66名の参加があり、学会側からのオンライン参加者など更に多くの方の参加を頂いた。

第1部の座長を宮崎県衛生環境研究所環境科学部長の田中智博氏が、第2部の司会進行を国立研究開発法人国立環境研究所の山本貴士氏が務めた。併設研究発表会の概要は以下のとおりである。

第1部 全国環境研協議会研究発表会

1.1 汎用性マイコンボードを用いた低廉なガス検知器による廃棄物処分場発生ガスモニタリングの試み

（大阪市立環境科学研究センター 中尾 賢志）

廃棄物管理型最終処分場（以下、処分場という）では、埋め立てられた廃棄物中の有機物の分解によって、メタンや二酸化炭素などのガスが生成する。メタンは引火の危険性があり、地球温暖化係数が二酸化炭素の25倍であることから温室効果ガスとしても問題となる。近年では焼却処理等によりガスの発生は以前よりも抑制されていると考えられるが、処理がなされていない廃棄物を埋立していた処分場では数十年経過してもメタン等のガスを

放散している事例があり、定期的なモニタリングを基本とした安全管理が必要である。

発表者らはRaspberry Piシリーズのマイコンを用いて低廉な低濃度メタン検知器を製作し、処分場から発生するメタンガスを測定した。その結果をGC-FID（ガスクロマトグラフ／水素炎イオン化検出器（Flame Ionization Detector））で測定した結果と比較した

市販のメタン検知器は安価なものでも2～5万円、高価なものだと10万円以上する。本試みでは低濃度メタン検知器を材料費3550円で製作し、市販のメタン検知器と比べて大幅に安価に製作できた。ただし、動作が不安定になることがあった。

廃止された処分場において16本のガス抜き管からのメタンを製作した低濃度メタン検知器で測定した。その後、ガスを採取し実験室においてガス中のメタンをGC-FIDで分析した。両測定値の間の相関係数は約0.49と低かったが、メタンガス濃度が2000ppmまではGC-FIDと低濃度メタン検知器の測定値の相関は高かった。

1.2 有機フッ素化合物の分析について

（沖縄県衛生環境研究所 井上 豪）

沖縄県ではこれまでの調査で主に米軍基地周辺の河川や地下水において全国でも上位となる濃度でペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）やペルフルオロオクタン酸（PFOA）などが検出されていることから、令和2年度末に液体クロマトグラフィー四重極飛行時間型質量分析装置（LC-QTOF）を導入し、分析を進めている。

導入されたLC-QTOFのシステムは、多検体を低コスト・マンパワーで分析するため自動濃縮装置を用いており、C18（10×2.1mm I.D., 3μm）のカラムをトラップカラムとして使用することで、C4～C10の炭素鎖を持つペルフルオロアルキルスルホン酸（PFAS）及びC6～C12の炭素鎖を持つペルフルオロアルキルカルボン酸（PFAC）について精度良く分析ができることを確認している。

このシステムを用いて公共用水域及び地下水において、PFOS、PFOAに加えてペルフルオロヘキサンスルホン酸

(PFHxS), 1H, 1H, 2H, 2H-ペルフルオロオクタンスルホン酸 (6:2-FTS) の4物質について継続してモニタリングを行っている。¹³Cが2つ標識されたM2-6:2-FTSをサロゲートとして使用する場合、質量数の取り込み範囲によっては6:2-FTSに4%ほど含まれる³⁴Sによる影響で誤差を生じることが確認されたが、解析時に取り込み範囲を変更することで³⁴Sの影響を排除できることを確認した。

また、有機フッ素化合物においては製造方法によって分岐鎖体を含むものが存在しており、今回廃棄予定のPFOS含有泡消火薬剤を分析したところ、PFOSにおいては分子イオンの面積で比較すると直鎖体が約70%、分岐鎖体が約30%含まれているものであることが確認された。この泡消火薬剤についてはC30のカラムで5つのピークに分離されることを確認したほか、環境中から検出されるPFOSも同様に5つのピークに分離できることを確認した。

1.3 再生石膏粉からの硫化水素ガス発生抑制方法の検討

(埼玉県環境科学国際センター 鈴木 和将)

解体系廃石膏ボードの約4割以上は埋立処分されると推定され、廃石膏ボード由来の再生石膏粉の利用用途拡大が必要となっている。今後、固化材や改質剤といった地盤工学的有効利用が期待されるが、嫌気的環境下における利用では、硫化水素ガスの発生が懸念される。そこで、検知管を用いた簡易な硫化水素ガス発生試験を行った。特に、硫化水素ガス発生要因として有機物に着目し、石膏ボード層状画分を用いた実験により、溶出液中TOC濃度と硫化水素ガス濃度の関係を明らかにした。さらに、硫化水素ガス発生抑制資材の探索を行うとともに、再生石膏粉の土木利用を想定し、土壤混合物の硫化水素ガス発生ポテンシャル試験を実施した。

試験方法として、廃石膏ボードリサイクル施設から採取した再生石膏粉50gと脱気水250gをねじ口瓶に入れ、ヘッドスペース部分を窒素置換して40℃で14日間養生し、発生したガスの硫化水素濃度を、検知管を用いて測定した。

この方法を用い、石膏ボードを層状に削り画分としたものについて硫化水素ガス発生量を測定した。同時にTOC溶出濃度を測定したところ、両者に強い相関が認められた。

硫化水素ガス発生抑制のため鉄系資材を再生石膏粉と混合して実験したところ抑制効果が確認された。抑制剤のX線回折分析からアモルファス(非晶質)成分の効果が大きい可能性が示唆された。

土壌と再生石膏粉の混合時の硫化水素ガス発生ポテンシャルを調べるため、泥土模擬試料と混合して実験したところ抑制効果が確認された。土壌との混合により硫化

水素ガスの発生が抑えられる可能性が示唆された。

1.4 ドローンとAIを活用した海岸流木自動識別・漂着量推計技術の開発について

(地方独立行政法人北海道立総合研究機構

エネルギー・環境・地質研究所 山口 勝透)

北海道に4つの台風が相次いで上陸した2016年(平成28年)には、北海道の海岸に約13万^m3もの大量の流木が漂着したと推計された。災害時における漂着物撤去費用を国が補助する制度は複数あるものの、その申請にあたっては、事前に漂着量を推計して撤去等に要する経費を積算しなければならない。漂着量の推計は人力で行われるため時間と労力を要し、迅速な対応の妨げとなっていることに加え、推計誤差も大きいのが課題であった。

そこで、ドローン(無人航空機)によって海岸を上空から撮影し、得られた画像からAI(人工知能)を活用して流木を自動的に識別・抽出し、漂着量(流木の体積)を推計する手法を開発した。

本調査で使用したドローンは測量でも用いられる機種であり、撮影した画像の位置精度は誤差が水平方向で数cm以内、高さ方向でも10cm未満であることを、確認している。撮影した画像データを持ち帰り、写真測量ソフトウェアを用いて画像処理を行った。

AIの中核技術である深層学習技術を活用して、教師あり学習により、流木を自動で識別し抽出する識別器(画像から認識した対象が流木か否かを識別するコンピュータプログラム)の開発を行った。その結果、開発した識別器の識別精度は、流木に関して適合率(識別された対象のうち正しく識別されたものの割合)が91%、再現率(存在する識別対象のうち正しく抽出し識別されたものの割合)が81%であると評価された。

この流木識別器を搭載し、簡単な操作で流木の識別や面積・体積の推計結果を出力可能な「海岸流木自動識別アプリケーション」(以下「本アプリ」という)を開発した。本アプリによる体積の推計精度は、オベリスク(四角錐台)状に集積された流木のDEMによる立体データに基づく求積結果と比較・検証し、±20%以内に収まることを確認した。

ドローンによる海岸の空撮と開発した本アプリを組み合わせる手法により、時間・労力をおよそ3分の1に削減できると試算された。また、開発手法を用いて海岸に漂着した流木の実態を迅速に把握することで早急な撤去作業が可能となり、再流出による被害軽減につながるものと期待される。

第2部 廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会（廃棄物試験・検査に係る最近の話題）

2.1 廃棄物関連試料に含まれる有機フッ素化合物（PFAS）の分析事例の紹介

（国立環境開発法人国立環境研究所 松神 秀徳）

近年、有機フッ素化合物、PFASによる環境汚染に関心が集まっている。撥水性、撥油性、耐熱性、耐薬品性などの独特な性質を持ち、撥水撥油加工繊維、食品接触素材、泡消火薬剤などに使用されているが、環境中で極めて分解されにくく『Forever Chemicals』とよばれている。さらに人健康および生態系に対する影響の懸念があり、PFASに対する国際的な規制の強化が進行している。

OECDではPFASの新たな定義を発表しており、ポリマー型のフッ素化合物を追加し、小さな分子やポリフッ化ビニールのような非常に大きな物質は除いている。

EUではエッセンシャルユースを除くPFASの全面規制を検討、米国では一部のPFASを有害物質に指定して、メーカーによる製品中PFASの含有量の精査・報告や食品医薬品局（FDA）による食品の調査、国防総省（DOD）による軍事施設等のPFAS汚染状況の評価などをおこなっている。また、米国環境保護庁（US EPA）が4種類のPFASに関する生涯飲料水健康勧告を発表したが、非常に低濃度である。

日本国内においては、EUや米国の動向を踏まえた対応も考えられ、今後、実態把握や分析技術の基盤整備が進められる可能性も考えられる。

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約では2009年にPFOS、2019年にPFOAが対象となり、廃棄物の廃棄の段階について、国内技術的留意事項、そしてバーゼル条約技術ガイドラインなどについて検討が進んでいる。

PFAS含有廃棄物や使用済み製品の適正管理については、廃棄物に含まれるPFASに分解するような関連物質が数百種類に及びその膨大な数の関連物質の特定に有効な分析法が確立していないことや廃棄の段階での物質挙動・環境排出の把握に欠かせない物性情報がないこと、廃棄物焼却における分解挙動に関する基礎情報がないことなどが課題である。

2.2 河川水中マイクロプラスチックの調査分析方法について

（大阪市立環境科学研究センター 中尾 賢志）

国立環境研究所と地方環境研究機関等とのⅡ型共同研究「河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究」の成果を紹介する。

海洋プラスチックごみの多くは河川を通じて流出していると考えられており、これまでは、大学、地方環境研

究機関を含む地方公共団体、非営利組織等が個別に実施し、国内の河川を通じた排出実態や海洋流出量の把握を行っていた。今後は、環境省ガイドラインに基づく統一した方法による河川プラスチックごみ調査を通じて、実態把握の継続、排出抑制対策の実施、国や自治体による海洋プラスチックごみ排出抑制対策の効果の検証にアプローチすることが望ましい。

そこで、国立環境研究所と地方環境研究機関で共同して調査方法の共通化や効率化を図りつつ、河川プラスチックごみの実態把握調査を実施し、排出抑制効果の検証に資するモニタリングのあり方や地方環境研究機関の役割を検討・提案している。令和4年9月時点で全国から31機関が参加している。

研究体制としてはアドバイザーとして河川プラスチックごみ研究の第一人者である東京理科大学の二瓶泰雄教授を招聘し、①河川プラスチックごみの調査方法の共通化と効率化、②実態把握、③排出抑制効果の検証のための方法論とモニタリング体制のあり方の検討をサブテーマとしている。

進捗状況については、全体では各種会合や勉強会を開催している。サブテーマ①については採取デモンストレーションや測定デモンストレーションを実施したほか、環境省ガイドラインに基づく簡易電子動画マニュアルを公開した。サブテーマ②については当初4機関であった調査実施期間が現在では11機関まで増えており、今後さらに増える予定である。サブテーマ③については地方行政や地域のプラスチックごみ削減団体の実施している排出抑制対策との連携のあり方を検討しており、都道府県・市町村行政への「海洋プラスチックごみ問題対策に資するアンケート」を実施した。

2.3 令和3年度産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法検討業務の報告

（株式会社環境管理センター

長谷川 亮、仲地 愛子）

「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（昭和48年2月17日環境庁告示第13号）（以下、「告示第13号」という）は、廃棄物に起因する公共用水域への有害物質の汚染を未然に管理し、最終処分場へ搬入する廃棄物からの有害物質の溶出量を規制することを目的とし、産業廃棄物を最終処分する際に、陸上・海上埋立及び海洋投入処分における廃棄物からの水溶性有害物質濃度に対して設定された基準値等について検定するために用いられる。

告示第13号は昭和48年に制定され、その後昭和51年の改正を最後に平成25年まで改正されていなかった。しかし、溶出操作によってはデータが大きく変わるような状況があったということで当部会から問題意識を持って関

係者に働きかけ、平成21年に事業化して平成25年の改正につなげている。他にも課題があり、令和元年に六価クロムの分析法の追加を行っており、現在はさらに残された課題を検討している。

昨年度は告示第13号の改正に係る検討及び精度管理調査に向けた検討を行った。告示第13号の改正に係る検討については、分析機器の保有状況や廃棄物分析の実態についてアンケートを行った。また、水道法における六価クロムの基準見直しに伴い、廃棄物の基準も見直されると思われるが、その技術的課題についての検討、六価クロムの検定におけるLC-ICP-MSの適用性についてメーカーヒアリングと実試料分析を行った。

今後の検討予定としては引き続き告示第13号の改正に係る検討及び精度管理調査に向けた検討を行うこととしている。告示第13号の改正に係る検討については、六価クロムの分析方法に関する既存分析方法の改善やLC-ICP-MSの適用性の検討を行う。さらにフェノール類、シアン、六価クロムの流れ分析法の検討や有機ひ素を含む試料の分析の検討を行う。

2.4 意見交換

意見交換会では、特にテーマは設けず、第1部、第2部の発表で質問しきれなかったことなどについて質疑や意見交換が行われた。

＜プログラム＞

第1部 全国環境研協議会研究発表会

座長：宮崎県衛生環境研究所環境科学部長 田中 智博

- 1-1 汎用性マイコンボードを用いた低廉なガス検知器
による廃棄物処分場発生ガスモニタリングの試み
大阪市立環境科学研究センター 中尾 賢志

- 1-2 有機フッ素化合物の分析について
沖縄県衛生環境研究所 井上 豪

- 1-3 再生石膏粉からの硫化水素ガス発生抑制方法の検討
埼玉県環境科学国際センター 鈴木 和将

- 1-4 ドローンとAIを活用した海岸流木自動識別・漂着量
推計技術の開発について
(地独)北海道立総合研究機構
エネルギー・環境・地質研究所 山口 勝透

第2部 廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会 「廃棄物試験・検査に係る最近の話題」

司会進行：(国研)国立環境研究所 山本 貴士

- 2-1 廃棄物関連試料に含まれる有機フッ素化合物 (PFAS)
の分析事例の紹介
(国研)国立環境研究所 松神 秀徳

- 2-2 河川水中マイクロプラスチックの調査分析方法に
ついて
大阪市立環境科学研究センター 中尾 賢志

- 2-3 令和3年度産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法
検討業務の報告
(株)環境管理センター 長谷川 亮, 仲地 愛子

- 2-4 意見交換

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

令和4年度全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要

石川県保健環境センター

令和4年度の全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議を12月6日（火）にオンラインで開催した。（参加者は84名であった。）

はじめに、石川県保健環境センター次長の橋場久雄からあいさつがあり、その後、特別講演2題、一般講演4題の講演があった。

講演の概要は以下のとおりである。

【特別講演】

1. 北陸新幹線鉄道沿線における騒音と振動の影響に関する社会調査

（石川工業高等専門学校 森原 崇）

新幹線の騒音に関しては「新幹線鉄道騒音に係る環境基準」が設定されている。環境基準の見直しに係る知見の収集、実際の社会影響の把握という観点から新幹線沿線の社会状況の調査が活発に行われている。最近の新幹線沿線の社会調査の結果では、同じ総曝露量でも運行本数が増えるとアノイアンス（騒音に対する不快感）が高くなると報告されている。

2015年の北陸新幹線（長野ー金沢）開業を機に、北陸新幹線鉄道開通直後における騒音及び振動曝露量と社会反応の関係について定量的な知見を得ることを目的として、北陸新幹線鉄道沿線の社会調査を実施した。調査対象は新高岡（富山県）から金沢（石川県）間の北陸新幹線約45km、近接側の線路から垂直に150m間（150m間に住宅がない場合は最大210m間まで）の戸建住宅とした。調査方法はアンケートにより実施し、アンケート内容は住宅、地域、交通機関、生活習慣、個人及び意見に関する幅広い内容を対象とした。調査対象となる住宅から1,980件を抽出し、郵送法で配布と回収を実施、回収は1,022件（回収率51.6%）であった。

アンケートの結果は次のとおりであった。

個人要因に係る結果は、男性56.3%、女性43.7%、年代別では60及び70代が約6割を占めた。家族数は2及び3名

が半数以上であった。

住宅要因に係る結果は、9割以上が木造の住宅であった。住宅の構造は2007年と2016年と比較してほとんど変わらなかった。窓ガラスは半数が一枚ガラスであった。築年数が10年以下の場合、ほぼ二重窓、二重ガラスとなり、築年数が長いほど一枚ガラスが多くなる傾向がある。窓枠はアルミ製が多く、近年は樹脂製のものが増えてきている。住宅の構造は変化するので継続的な調査が必要である。住宅の満足度は2007年と2016年はほぼ同等であり、北陸新幹線開業の影響は見られなかった。耐震性や防音性は他の要因と比較して悪いとの回答が多かった。

地域環境要因に係る結果は、好感度は石川県、富山県とも2007年よりも良くなっていた。また、景観、静けさについても2007年と比較して変化はなく、新幹線開業の影響は見られなかった。新幹線軌道からの距離別による静けさの評価では、距離が近くなるほど悪いとの回答が多くなった。

生活習慣要因に係る結果では、新幹線の利用頻度は使わない場合が多く、新幹線の利用の意識は使った方が良いが半数、新幹線の安全性の認識は安全であるとの認識が高かった。

騒音・振動の評価に係る結果では、夜間や早朝にアノイアンスを感じる割合が高かった。また、季節別では夏季がアノイアンスを感じる割合が高く、窓を開けて過ごすためと考えられる。

今回、長倉らの予測評価手法と騒音の実測値（11地区）を併用し、運行本数92本を対象に、騒音・振動曝露量を推計した。推計の結果、騒音は $L_{A, Smax}$ が70dBを超える場合が見られ、振動は L_{VZ} が60dB弱であった。騒音 $L_{A, Smax}$ が70dBにおける騒音アノイアンスは、Very Annoyed（5段階のうち「非常に」、「だいたい」を対象としたもの）が30%弱であり、Highly annoyed（5段階のうち「非常に」と「だいたい」の60%を対象としたもの）が

20%程度であった。ただし、在来線の有無、新幹線からの振動の大小で反応は異なっていた。

2. 環境省における騒音（低周波音問題含む）・振動対策の取組について

（環境省水・大気環境局

大気環境課大気生活環境室 東海林 大輔

自動車環境対策課 小島 卓也、金森 一樹）

環境省における騒音（低周波音問題を含む）・振動対策の取組について次のとおり説明があった。

(1) 令和2年度における騒音・振動・低周波音に関する苦情受付状況・環境基準の達成状況

環境省の施行状況調査の結果、令和2年度は令和元年度と比較して、騒音が32.3%(5,078件)、振動が27.7%(622件)と増加している。低周波音に係る苦情件数の推移は平成12年度頃から増加傾向にある。この原因は、住民の関心の高まり、建築物の高音域に対する遮音性能の向上、静音地域への低周波発生源の普及等が考えられる。低周波に係る苦情の内訳は、工場・事業場(27.7%)、家庭生活(24.7%)、その他(45.2%)と多様化している。

(2) 新型コロナウイルス感染症拡大に伴う影響

令和元年度及び2年度に公害等調整委員会が地方自治体に対して行ったアンケート調査結果では、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う影響があったと回答した自治体は235であり、そのうち、苦情件数の受付が増加したと回答した自治体は176であった。

環境省の施行状況調査の結果では、典型7公害のうち最も苦情の多かったものは騒音であり、発生源別にその増減を見ると、建設作業（特定建設作業以外）、次いで工場・事業場（特定工場等以外）が多かった。発生源別に騒音苦情件数の増減率を見ると、家庭生活（電気機器）、次いで家庭生活（人の声・足音等）が多かった。

(3) 騒音・振動・低周波音に関する最近の取組み

地球温暖化対策の一環として、風力発電施設や省エネ型家庭用温水器等は導入拡大傾向にあるが、新たな騒音問題が発生していることから、環境省では「風力発電施設から発生する騒音に関する指針」、「省エネ型温水器等から発生する騒音対応に関するガイドブック」を策定した。

騒音規制法・振動規制法における特定施設の見直しにより両法施行令の一部が改正され、令和4年12月1日に施行された。環境大臣が指定するコンプレッサーを規制対象外とするもので、今回、低振動型圧縮機に係る告示（令和4年環境省告示第52号）により、低振動

型圧縮機として圧縮方式がスクリー式である圧縮機が指定された。また、低振動型圧縮機の指定に関する規定（令和4年環境省告示第53号）により、型式指定の方法を規定した。現在、圧縮機の製造業者から型式の申請を受け付けており、令和5年4月よりホームページにて順次公表する予定である。

(4) 航空機騒音・新幹線鉄道騒音に関する取組み

令和2年度の航空機騒音に係る環境基準の達成状況は、580地点中518地点で達成率89.3%であり、令和元年度と比較して約8%向上した。これは、コロナウイルス感染症拡大による航空機の減便が影響しているものと思われる。また、「航空機騒音測定・評価マニュアル」については、これまでに累次の改訂により内容の改善・拡充を図っており、令和2年3月には「飛行場タイプの明確化」「測定時期に関する記述の変更」等についての改訂が行われた。

新幹線鉄道騒音に係る環境基準の達成状況は、令和2年度は505地点中307地点で達成率60.8%であり、近年は同程度で推移している。測定地点の選定に各地方自治体でばらつきがみられることから、目的に則り、「新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル」に準じて対応をお願いする。

新幹線騒音の対策については、「新幹線鉄道騒音対策要綱」において、音源対策、障害防止対策、沿線地域の土地利用対策等を通じ環境基準の達成を目指している。関係地方公共団体においては、環境基準の達成状況向上や苦情の未然防止のため、沿線地域の土地利用対策の推進をお願いする。また、沿線地域の土地利用対策等の指針として「交通騒音問題の未然防止のための沿道・沿線ガイドライン」があり、体制の整備、交通騒音情報の活用、土地利用対策及び住宅対策の4つの取り組みを提示している。沿線の土地利用対策等にはまず、関係部局間の連携・協働が重要であり、必要な協議等の対応をお願いする。新たな騒音問題を出さないため、ガイドラインや都市計画指針に則り、沿線の住居を抑制することが必要である。

(5) 自動車騒音・道路交通振動に関する取組み

自動車騒音の常時監視は、都道府県等が自動車騒音対策を計画的かつ総合的に行うために、地域の騒音暴露状況を経年的に系統立てて監視することが必要不可欠であるとして、平成10年の騒音規制法改正時に新設されたものである。評価区間内の全ての住居等のうち、環境基準の基準値を超過する戸数及び割合を把握すること（面的評価）により行う。常時監視結果については、環境省では報告書配付や報道発表等を実施しており、地方公共団体では広報誌・ホームページへの

掲載等により公表している。2020年度の道路に面する地域における環境基準の達成状況は94.4%であり、緩やかに改善しつつあるが、引き続き対策が必要である。自動車騒音常時監視の実施方法としては、「事務処理基準」及び「常時監視マニュアル」を地方公共団体に通知するとともに、面的評価や環境省への報告等の事務処理を同時に行うための環境省「面的評価支援サポートシステム」を提供している。

道路交通振動に関する取り組みでは、振動の測定方法については、デジタル化された測定機器を用いた場合の測定方法や測定結果の整理等に関する留意事項をとりまとめた「道路交通振動測定マニュアル」

(2020.4)を作成し、現在、環境省ホームページに2022.6版を掲載している。マニュアルの記載内容の例としては、測定機器、測定位置、測定間隔・個数等について具体例を示している。

【一般講演】

1. 低周波騒音測定用防風スクリーンの開発について

(静岡県環境衛生科学研究所 小田 祐一)

風車騒音の測定については、風車は風が強い場所に立地しており、風雑音を低減し、風車騒音を遮断しないように測定しなければならない。市販の防風スクリーンについては、高価であることや金属製のものは高重量等の課題がある。そこで、十分な性能を担保した上で、より安価かつ操作性に優れた防風スクリーンの試作を試みた。

防風スクリーンの最適遮断素材を模索した。網目サイズが異なる安価な市販素材を使用し、梅ざるに被せ実験した結果、不織布が最適であった。

防風スクリーンの最適形状を検討した。まず、扁平化による防風スクリーンの空気抵抗の低減を試みたが、意図に反し扁平化は音圧レベルの上昇を招いた。次に、大型化について試みた結果、従来の知見どおり一定の効果があつた。これらの原因は、防風スクリーンと騒音測定機の距離が影響しているものと考えられた。

不織布被覆の金属メッシュの防風スクリーンを作成し、二重スクリーンとして風雑音低減実験を実施した。その結果、市販防風スクリーンよりも風雑音が低減された。一重スクリーンの場合は二重スクリーンとほぼ同等であり、底板を外した1重スクリーンは更に風雑音が低減された。なお、一重スクリーンの挿入損失評価では、目立った挿入損失はなかった。

2. 宮城県内における東北新幹線鉄道走行に伴う振動レベルの上昇について

(宮城県保健環境センター 天野 直哉)

宮城県は、毎年、県内を走行する東北新幹線鉄道の沿線地域11地点(仙台市を除く。)で騒音・振動を測定している。11地点の振動レベルの経年変化(2009～2021年度)を比較すると、2014年度に「大河原」地点で大きく上昇し、その後も上昇したレベルで推移している。これは、2014年のダイヤ改正ですべての「はやぶさ」の営業運転速度が320km/hとなったことが影響していると考えられる。

「大河原」地点に近接し、軌道構造が同じである「村田」地点と比較し、「大河原」地点の振動レベルが高くなった要因を考察したところ、列車速度が280km/h以上であるE5系の走行に起因している可能性が大きいと推察された。振動レベルが高くなる要因としては、列車と軌道構造の共振や地上伝搬過程による共振等が考えられることから、原因を調査するための追加調査を実施した。

追加調査は、「大河原」、「村田」、「金成」の各地点において、近接側軌道中心から6.25、12.5、25、50mで振動レベルを測定した。各地点において、車両形式毎に1/3オクターブバンド周波数分析をした結果、「大河原」地点では他の地点と比較して3.15Hzが卓越していた。また、「大河原」地点の地盤構造から地盤の固有振動数を推計すると約3Hzであり、卓越周波数3.15Hzと概ね一致していた。さらに、6.25mにおける「大河原」地点の3.15Hzについて、列車速度280km/h以上と280km/h未満を比較したところ、列車速度280km/h以上では、約20dB上昇していた。このことから、「大河原」地点の振動レベルの上昇は、近年の列車速度の上昇により、3.15Hz付近の低い周波数帯域の振動が卓越し、地盤と共振したことによる可能性が高いと推察される。

3. 自動車と鉄道の複合騒音に関する調査

(千葉県環境研究センター 加藤 晶子)

複合騒音については評価基準がなく、様々な要素があるため予測が難しいという問題がある。本県では、既存鉄道に隣接して道路が設置される事例があり、環境影響評価に基づき複合騒音が予測されているが、事後調査の実施が設定されていないことから、実態の把握が課題となっている。今回、実態の把握と予測の妥当性を把握するため、自動車と鉄道の複合騒音の調査を実施した。

調査概要は次のとおりである。調査地点は、道路と鉄道が並行する3地点(地点①は地上道路+地上鉄道、地点②は高架道路+高架自動車専用道路+高架鉄道、地点③は高架道路+高架鉄道)、調査内容は、昼の時間帯に

おける騒音（複合，自動車・鉄道別），距離減衰，振動（複合）である。

騒音測定結果については次のとおりである。地点①は道路端から遠ざかるにつれて騒音レベルが距離減衰した。基準点では自動車騒音の方が大きい一方，基準点以外の測定点では鉄道騒音の方が大きくなっており，過去の調査と同様の傾向であった。地点②は基準点から遠ざかるにつれて騒音レベルが距離減衰するが，減衰量は地点①よりも限定的であり，暗騒音（波音や風音）の大きさが影響していると考えられた。また，全ての測定点で自動車騒音の方が大きく，距離減衰の度合いは両者ともほぼ同じであった。地点③は過去の環境影響評価書の予測値より大きな値であった。

振動測定結果については，地点間で振動レベルの変動の傾向が大きく異なり，地盤の構造や周辺環境の違い，測定機材の設置場所等の違いによるものと考えられた。地点③は過去の環境影響評価書の予測値より大きな値であった。

4. 自動車交通騒音による思考妨害への影響

（神奈川県環境科学センター 横島 潤紀）

騒音の時間変動特性に着目した研究では，突出した騒音イベントによる騒音影響の評価が進められており，森長らや江副らの関連既往研究では， L_{Aeq} が同程度でも心理的反応に差が生じることが報告されている。今回，影響範囲が広い自動車騒音を対象に，突出した騒音レベル

（車両通過音の大きさと発生回数）に着目し，それら騒音の曝露による人への影響（思考妨害，心理的影響及び生理的影響）を実験した。

実験の概要は次のとおりである。実験参加者は大学生18名，実験場所は無響室，実験概要は1回の実験で13刺激を曝露（1刺激5分，通過台数や騒音レベルが異なる刺激），4，7，10回目の試験終了後5分程度の休憩，実験終了後は内観察調査，WNS-6Bの評価を実施した。大学生は刺激が暴露されている間，計算課題（2桁×1桁＋1桁の演算，電卓は使用禁止）を実施し，計算課題の回答数及び正答率を調査した。また，実験中はノイジネス及び心拍変動の周波数領域での解析による高周波成分（HF）に対する低周波成分（LF）の比（LF/HF）を調査した。

得られたデータの分析結果は次のとおりである。計算課題の提示順序では，課題が後になるほど回答数及び正答率が高く，計算課題に対する慣れによるものと考えられた。実験参加者別では，回答数，正答率，ノイジネス及びLF/HFともばらつきが見られた。刺激と評価値との関係では， L_{Amax} とノイジネスに関連性は見られたが，その他は L_{Amax} との関連性は見られなかった。

次に，パラメータを回答数比（背景騒音のみの刺激に対する評価値を基準とした比），正答率，ノイジネス比及びLF/HF比を使用し，更に，達成度， L_{Amax} ，発生頻度及び感受性を外生変数として導入し，作成した因果構造モデル（修正モデル）により，各因子の計算課題の達成度への効果を調べた。その結果，騒音レベルの大きさはノイジネスを経由して達成度に正の効果を及ぼすものの，騒音の発生頻度は達成度に効果を及ぼしていなかった。

＜プログラム＞

特別講演

1. 北陸新幹線鉄道沿線における騒音と振動の影響に関する社会調査

（石川工業高等専門学校 森原 崇）

2. 環境省における騒音（低周波音問題含む）・振動対策の取組について

（環境省水・大気環境局

大気環境課大気生活環境室 東海林 大輔

自動車環境対策課 小島 卓也，金森 一樹）

一般講演

1. 低周波騒音測定用防風スクリーンの開発について

（静岡県環境衛生科学研究所 小田 祐一）

2. 宮城県内における東北新幹線鉄道走行に伴う振動レベルの上昇について

（宮城県保健環境センター 天野 直哉）

3. 自動車と鉄道の複合騒音に関する調査

（千葉県環境研究センター 加藤 晶子）

4. 自動車交通騒音による思考妨害への影響

（神奈川県環境科学センター 横島 潤紀）

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

全環研研究集会（大気分野）の概要

石川県保健環境センター

全環研研究集会（大気分野）を令和5年3月8日にオンラインで開催した。

今年度は、国立環境研究所と地方環境研究所等とのⅡ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」と合同で実施した。

大気汚染は、近年大幅に改善されてきているが、光化学オキシダントはいまだ環境基準が達成できない地点が大半であり、現在も大気汚染の主要な問題の一つとして残されている。このような状況に対し、今後の更なる対策に向けて、世界的に使用されている大気質モデリングシステム「CMAQ」について、その仕組みや研究例及び自治体における使用例等の講演を行った。

後半では「CMAQ」の運用にあたって課題となる、入力データの作成について、国立環境研究所が開発したツール「APOLLO」の講習会を行った。

講演の概要は以下のとおりである。

1. CMAQ について

（国立環境研究所 茶谷 聡）

大気中において汚染物質は、太陽光による生成分解、移流、粒子過程、雲での反応等さまざまな挙動をする。

大気汚染物質の一部、例えばオゾンや微小粒子状物質などは、光化学反応等により原因物質から二次的に生成される。これらの大気中での反応は、原因物質と生成物の間に非線形の関係があり、これらの濃度を下げするための施策を考えるためには、化学輸送モデルが必要になってくる。

アメリカでは、環境基準が達成できていない地域には State Implementation Plan (SIP) が求められ、大気改善のために、化学輸送モデルによるシミュレーションを行い、対策計画による大気改善の予測をすることが必要になっており、その詳細を定めたガイドラインも作成されている。

CMAQ は粒子状、ガス状の大気汚染物質の大気中の濃

度を計算できる化学物質輸送モデルシミュレーションであり、Community Multiscale Air Quality Modeling System の略である。CMAQ は 2000 年に開発され、世界中で広く使用されており、2021 年には年間 1000 近い CMAQ を利用した研究論文が発表されている。CMAQ のソースコードは無償で配布されており、誰でも利用することができ、スパコンを使わなくても、ワークステーションで動作可能である。

CMAQ の計算については、Linux のターミナルでファイルに計算条件を書いて濃度を計算するが、これが Linux になじみのない人には敷居が高く感じられるかもしれない。国立環境研究所では、この計算の負荷を軽減するようなさまざまなツールを開発している。

CMAQ は、3 次元グリッドの中で、風によって移動する物質の濃度変化や反応を計算するモデルであり、鉛直方向の拡散や沈着、排出、風による移動、熱による拡散、液相反応、ガスの反応、粒子のプロセスなどを考慮しており、大気汚染のメカニズムの解明や、大気汚染物質濃度に対する発生源の影響解析、大気汚染物質濃度と対策による濃度低減効果の予測、大気汚染物質濃度の予報、健康影響評価のための大気汚染物質濃度分布の評価に使われている。

CMAQ を用いた研究例として、国立環境研究所では環境研究総合推進費課題 5-1601 (2016～2018 年度)「大気中の二次汚染物質に対する発生源寄与推計と対策立案に資する規範的モデルの確立」（通称「J-STREAM」）が行われており、国内の研究者が集まって計算結果を相互に比較しながら計算精度を上げる方法を検討した。

2. CMAQ 使用実例

（福岡県保健環境研究所 山村 由貴）

福岡県では、大気汚染物質、特に PM2.5 及び光化学オキシダント（オゾン）の①主要発生源の推定や②対策効果の試算、③濃度予測等に CMAQ を使用している。

①主要発生源の推定

2020年8月3日に発生したPM_{2.5}高濃度事例について、主要発生源が火山であることをCMAQで推定した。さらに、西之島、諏訪之瀬島、桜島の3つの火山について、PM_{2.5}の前駆物質の1つであるSO₂排出量を変化させて計算することで、それぞれの火山がPM_{2.5}濃度に与える影響を確認することができた。

②対策効果の試算

オゾンの生成は、前駆物質である窒素酸化物、揮発性有機化合物の大気中濃度に対して非線形的に変化する。そのため、効果的な削減対策を行うためには、対象エリアの窒素酸化物、揮発性有機化合物の排出量を減らした場合のオゾン濃度変化を把握しておくことが重要である。2018年夏季に、九州内で生成したオゾンによって高濃度となった事例について、効果的な対策方法を検討するために、人為起源の窒素酸化物の排出量を3割削減した計算を行った。その結果、県南部の郊外ではオゾン濃度が下がったが、都市部、工業地帯を含む県北部のエリアでは、逆に濃度が上がった。一方、人為起源の揮発性有機化合物の排出量を3割削減した場合は、県全域でオゾン濃度が下がったものの、窒素酸化物排出量を削減した場合に比べ、減少割合は低かった。なお、排出量削減による濃度減少効果は、オゾン濃度や気象条件などによって日々変動するため、自治体は日ごとの削減効果を予測し、状況に応じた対策を取ることが理想的である。

③濃度予測

福岡県では、PM_{2.5}と光化学オキシダント濃度を3日先まで予測している。結果は毎日、県の大気担当職員に電子メールで配信し、高濃度が予測された場合は、県民に向けてSNSを使って情報発信している。

CMAQでは、オゾンやPM_{2.5}以外の汚染物質も同時に計算している。2022年12月21日に福岡市周辺の広域で発生した異臭騒動において、臭いの原因物質と推測される硫化水素と同じ硫黄化合物である二酸化硫黄を指標として解析を行った。その結果、桜島から噴出した二酸化硫黄が北寄りの風で輸送され、異臭騒動の時間帯に福岡市周辺に到達していたことが明らかになった。このことから、硫化水素も、二酸化硫黄と同様の経路で輸送されていたと推測された。

福岡県ではこのようにCMAQを使った研究成果を行政にも活用し、地域の大气環境の改善に取り組んでいる。

3. CMAQ導入の予備知識

（石川県保健環境センター 太田 聡）

CMAQの導入においては、使用する機材の選択やCMAQのバージョン選び、インストール方法などCMAQ初心者

が頭を悩ませるさまざまな課題があり、実情を紹介する。

使用機材について、CMAQの配布等を行っているCMAS（Community Modeling and Analysis System）の作成するマニュアル（CMAQ User's Guide）ではベンチマーク推奨ハードウェア要件を記載している（8コアCPU、メモリ4GB、ストレージ400GB）。化学物質輸送モデル（CCTM）計算においては使用するCPUのコア数に処理時間がほぼ反比例する。石川県で運用する環境（12コアCPU、メモリ32G、メインストレージ2TB）では東アジア域（3Dグリッド：207×157×35）の3週間分の計算に17時間以上かかることから、日本周辺域（147×147×35）、石川県周辺域（67×67×29）においても計算を実施して1つの結果を得るのに、データの準備等も含め1週間程度は必要となっている。

CMAQの導入にはPCにLinux環境を構築する必要があるが、従来はPCにLinuxのみ導入するほか、Windows環境に仮想PCとしてLinuxを導入するなどがあった。近年ではWSL2（Windows Subsystem for Linux2）により簡易にWindows上にLinux環境を構築できるようになっている。

また、CMAQのインストールに関しては、様々なマニュアル等があり導入の手助けとなっているが、これとは別に、コンテナと呼ばれるパッケージでソフトウェアを提供するDockerというソフトによって、すでに構築されたCMAQをそのままPC上に展開する方法も考えられる。

＜プログラム＞

前半：全環研大気分野勉強会「CMAQ入門」

1. CMAQについて

（国立環境研究所 茶谷 聡）

2. CMAQ使用実例

（福岡県保健環境研究所 山村 由貴）

3. CMAQ導入の予備知識

（石川県保健環境センター 太田 聡）

後半：大気汚染シミュレーション支援システム

APOLLO講習会

1. 推進費と支援システムの概要説明

2. 実演・実習、特に排出量データの作成

（国立環境研究所 菅田 誠治）

＜特 集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第57回日本水環境学会年会併設研究集会の概要

石川県保健環境センター

令和5年3月17日（金）に、第57回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会を、現地及びオンラインによるハイブリッド形式で開催した。

本研究集会は、水環境分野の行政施策や調査研究の一層の充実を図るため、また地方環境研究所（以下、地環研）会員同士の情報交換の場として、毎年、日本水環境学会年会実行委員会の協力のもと、開催している。

今年度の併設研究集会も2部構成とし、第1部で特別講演 2題、第2部で一般演題 7題、計 9題の講演・発表が行われた。第1部の座長は、愛媛県立衛生環境研究所の服部智子氏、第2部の座長は、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宮崎一氏が務めた。

参加者は地環研の研究員を中心に約80名であった。

研究集会の概要は以下のとおりである。

第1部 特別講演

1.1 瀬戸内海における窒素・リン現存量の経年変動について

（広島県立総合技術研究所保健環境センター
濱脇 亮次）

わが国最大の閉鎖性水域である瀬戸内海は、かつては瀬死の海といわれるほど水質汚濁が進行した海域であるが、瀬戸内海環境保全特別措置法（瀬戸内法）の制定により、水質は大幅に改善され、漁業被害をとまなう赤潮発生件数も減少傾向にある。しかし、陸域から共有される窒素・リンが減少したことによる養殖ノリの色落ち等といった生物生産の低下が近年指摘されており、平成27年の改正瀬戸内法では環境保全と生物生産を両立させる「きれいで豊かな海」を目指すことが明記された。

これまで、瀬戸内法における海域の環境保全は主に陸域負荷の削減を中心としたものであるが、海域における窒素・リンの供給源は陸域だけでなく、底質からの溶出フラックスや太平洋から流入する窒素・リンもあわせて評価する必要がある。本研究では、底質からの溶出フラックス推定式等を用いて、瀬戸内海における窒素・リン現存量の経年変化を解析したので、その内容を報告した。

1.2 瀬戸内海に生息する野生生物の残留性有機ハロゲン化合物汚染と蓄積特性

（愛媛大学沿岸環境科学研究センター
国末 達也）

ポリ塩化ビフェニル(PCBs)やポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)などの残留性有機汚染物質(POPs)は、環境残留性・生物蓄積性があり生体内で内分泌かく乱作用を示すことから、POPs条約および国内法令に基づいた削減・処理が進められている。そのため、POPsの環境放出量や環境媒体中の汚染レベルは低減もしくは横ばい傾向にあると報告されているが、生物相におけるPOPs汚染の実態や蓄積特性に関する近年の研究は欠落している。

そこで当研究グループは、半閉鎖海域である瀬戸内海に生息する野生生物（魚介類や沿岸性鯨種のスナメリ）を対象にPOPs汚染と蓄積プロファイルに関する研究を展開している。また、愛媛大学の生物環境試料バンク(es-BANK)に冷凍保存されているアーカイブ試料を活用したPOPs汚染の時系列トレンド解析に加え、POPsと類似の物理化学特性を有する有機ハロゲン化合物の網羅的スクリーニングも実施している。本講演では、近年得られた研究成果について紹介した。

第2部 一般講演

2.1 琵琶湖底泥の溶存酸素消費量(SOD)の長期変動とその他項目との関係性について

（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
小笠原 翔）

底泥の溶存酸素消費量(SOD)は、湖沼等の底層の溶存酸素(DO)の主な消費因子である。本研究では、琵琶湖におけるSODの変動やその要因、底層DOへの影響評価を目的として、水深約90mの今津沖中央(17B)および水深約60mの南比良沖中央(12B)の底泥を採取し、SODの測定と、底泥成分の分析（強熱減量、T-C、T-N、T-P、Fe、Mn、As、Zn）、底層DO減少速度とSODの関係解析を行ったので、その知見について報告した。

2.2 同位体比を用いた地下水中の鉛発生源寄与率の推定

(岩手県環境保健研究センター
橋本 裕子)

岩手県は鉱物資源が豊富な土地柄であり、地球科学図(産総研)においても局所的に鉛濃度の高い地域が確認される。このような場所の地下水は給水用具と地質の両方から鉛が付加される可能性がある。

そこで、自然及び工業由来鉛の混合率を変えた地下水複合汚染模擬試料の鉛同位体比理論値と実測値を比較し、同位体比から寄与率推定が可能か検証するとともに、実試料について、自然由来鉛の寄与率を試算したので報告した。

2.3 急性毒性試験における甲殻類遊泳阻害試験の導入検討

(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
岩本 健也)

当機関では、水質緊急事故時におけるバイオアッセイ評価に魚類急性毒性試験を用いてきた。この試験では、判定までに96時間を要し、また試験に供する個体数の維持確保が難しく、即座に対応することが困難な一面もある。

このため、甲殻類を用いたバイオアッセイを並行実施することで、柔軟に緊急対応が行えるのではないかと、判定時間が短いミジンコを用いた甲殻類遊泳阻害試験を行うこととした。

今回、試験対象物質にゼブラフィッシュの魚類急性毒性試験で用いたフェノールを選び、評価結果等を比較したので報告した。

2.4 魚類を用いた急性毒性試験について

(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
萩原 裕規)

魚類急性毒性試験は、技術的に容易であり、評価指標が分かりやすいという利点を持つ。また短時間で最終結果を推定できる可能性もあり、水質緊急事故時のバイオアッセイ評価に有効であると考ええる。

ゼブラフィッシュを用いた魚類急性毒性試験を、試験対象物質に亜鉛とフェノールを用い、OECDガイドラインに示す96時間より短時間で試験結果を推定できないか検討するとともに、試験に用いた物質の複合影響の有無の評価もあわせて検討した結果を報告した。

2.5 多様な水環境の管理に対応した生物応答の活用に向けたⅡ型実施共同研究の紹介

(埼玉県環境科学国際センター
田中 仁志)

水環境中には多種多様な汚染物質が存在し、それらの水生生物への影響を総合的に評価できる有効な手法として日本においても検討が進み、「生物応答試験を用いた排水の評価手法とその活用の手引き(中間とりまとめ)」

(日本版WET)が平成31年3月に作成された。本研究課題は令和4年度より実施しており、全国の地方環境研究所が調査や研究のフィールドとしている様々な水環境(河川、湖沼及びそれらの汽水域を含む)の新たな調査方法として短期慢性、急性毒性試験等を選択し、生物影響に関するデータ蓄積を図るとともに、全国の水環境の管理及び質の向上に貢献することを目的とする。本発表では、その概要を報告した。

2.6 水質事故対応情報の迅速な共有を志向したGISアプリ導入の試み

(埼玉県環境科学国際センター
柿本 貴志)

水質事故対応では、様々な関係者と協力しながら被害の最小化並びに迅速な現状回復を果たすことが重要である。このため、事故対応状況を共有するために事故現場の状況を描写した地図が有用であるが、地図の作成には多くの時間と手間を要していた。

このため筆者らは、ArcGISフィールド調査アプリを活用することにより、地図作成と関係者間での情報共有をほぼリアルタイムで可能にする方法を提案し、実際の事故対応に適用した。

本発表では、フィールド調査アプリを活用した事故対応の効果と今後の課題について報告した。

2.7 底生動物による宮崎県南部河川の水質評価

(宮崎県衛生環境研究所 寺崎 三季)

平成30年に川内川3地点とその支流の長江川1地点で水生生物調査を行った。理化学検査は長江川のpHが4.2であったのを除き、BOD等環境基準が定められている全ての項目について適合していた。生物学的評価は川内川では概ね良好であったが、長江川では採取された底生動物が9個体のみでEPT指数が6(30超が清水性)と低かった。これは平成30年4月の硫黄山噴火による酸性の噴出水流入の影響と考えられた。次に、令和元年に大淀川3地点で調査を行った。理化学検査は全項目について定められた環境基準に適合していた。生物学的評価については多様性指数(DI)が上流側の市街地周辺で1.4と低く(3以上が清水性)、水質は平成24年の調査時よりやや悪化した。

本集会を開催するにあたり、第57回日本水環境学会年会実行委員会、愛媛県立衛生環境研究所、日本水環境学会地域水環境行政研究委員会、及び講演・発表の皆様にご協力をお願いした。この場をお借りして心からのお礼を申しあげる。

次年度は九州大学（福岡県）にて、第58回日本水環境学会年会併設研究集会（事務局：公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所）を開催予定である。

＜プログラム＞

第1部 特別講演

座長：愛媛県立衛生環境研究所 服部 智子

- 1-1 瀬戸内海における窒素・リン現存量の経年変動について

広島県立総合技術研究所保健環境センター

濱脇 亮次

- 1-2 瀬戸内海に生息する野生生物の残留性有機ハロゲン化合物汚染と蓄積特性

愛媛大学

沿岸環境科学センター

国末 達也

第2部 一般演題

座長：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 宮崎 一

（日本水環境学会地域水環境行政研究委員会）

- 2-1 琵琶湖底泥の溶存酸素消費量（SOD）の長期変動とその他項目との関係性について

滋賀県琵琶湖環境科学センター

小笠原 翔

- 2-2 同位体比を用いた地下水中の鉛発生源寄与率の推定

岩手県環境保健研究センター

橋本 裕子

- 2-3 急性毒性試験における甲殻類遊泳阻害試験の導入検討

滋賀県琵琶湖環境科学センター

岩本 健也

- 2-4 魚類を用いた急性毒性試験について

滋賀県琵琶湖環境科学センター

萩原 裕規

- 2-5 多様な水環境の管理に対応した生物応答の活用に向けたⅡ型実施共同研究の紹介

埼玉県環境科学国際センター

田中 仁志

- 2-6 水質事故対応情報の迅速な共有を志向したGISアプリ導入の試み

埼玉県環境科学国際センター

柿本 貴志

- 2-7 底生動物による宮崎県南部河川の水質評価

宮崎県衛生環境研究所

寺崎 三季

< 報 文 >

沖縄県における河川水白濁に関する事例研究*

城間一哲**・友寄喜貴**

キーワード ①白濁事例 ②塗料 ③テキサノール(TX) ④テキサノールイソブチレート(TXIB) ⑤チタン

要 旨

当研究所では、河川や海域等の公共用水域において水質汚濁事例が発生した際、必要に応じ化学分析を行い原因物質の特定に努めている。2021-2022年度に起きた2件の白濁事例について調査したところ、両事例ともに水性エマルジョン塗料の造膜助剤成分であるテキサノール(2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート:TX)およびテキサノールイソブチレート(2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート:TXIB)が検出された。よって、白濁の原因は水性エマルジョン塗料によるものと特定した。またSEM/EDSを用いて試料中のチタンの有無を確認したところ、事例1では検出されたが、事例2では検出されなかった。白色顔料成分のチタンを含まない塗料による白濁事例もあることに留意する必要がある。

1. はじめに

当県では度々、水質汚濁事例が発生している。その中で最も多い事例は魚類へい死である。1993-2020年の過去28年間で384件の魚類へい死事例が確認された。その内訳は、農薬類による「急性中毒」が81件(21.1%)、溶存酸素(DO)低下等による「呼吸障害」が64件(16.7%)、「その他」が25件(6.5%)および「不明」が214件(55.7%)となっている。「不明」の割合を減らし原因を特定することが求められている。白濁事例は魚類へい死事例の「不明」の要因の一つとして挙げられる。「不明」の中には河川水の白濁を伴う事例も散見されるが、白濁の原因が掴めていないのが現状である。白濁事例の主な要因について文献を調査すると、肥料¹⁾、塗料^{1,2)}、乳製品³⁾および石灰硫黄合剤⁴⁾等が挙げられ様々である。今回、基礎データの蓄積と調査方法の確立を目的に2021-2022年度に起きた2件の白濁事例について調査したのでその結果について報告する。

2. 測定方法

2.1 装置

2件の白濁事例で採取した試料について事前に誘導結合プラズマ質量分析(ICP/MS)法による重金属類およびイオンクロマトグラフ法によるイオン類を測定した結果、

基準値等を超過する項目が確認されなかった。そのため、横浜市¹⁾を参考にガスクロマトグラフ質量分析(GC/MS)法および走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分光(SEM/EDS)法で測定することとした。白濁事例において塗料が原因とされる割合が多く、その構成成分である顔料、樹脂、添加剤および溶剤等⁵⁾を測定するためである。GC/MS法により水性塗料に含まれているテキサノールが、SEM/EDS法により白色顔料に含まれているチタンが検出された事例が報告されている¹⁾。

GC/MS法ではGC部は島津製作所製GC-2010、MS部は島津製作所製GC/MS-QP2010 Plusを用いてSCAN測定した。SCAN測定のライブラリはNIST05(database 163198 compounds)、NIST05S(database 27627 compounds)、NIST27(database 27750 compounds)およびNIST147(database 147198 compounds)を用いた。カラムはAgilent Technologies製DB-5MS(内径0.25mm、膜厚0.25μm、長さ30m)を用いた。

SEM/EDS法では卓上電子顕微鏡は株式会社日立ハイテククロジーズ製Miniscope TM3030、エネルギー分散型X線分析装置はブルカー製BRUKER AXS QUANTAX70を用いた。前処理のろ過操作におけるシリンジフィルターはMdi Membrane Technologies製Polypropylene Syringe Filters Type-SYPPを用いた。

*Case Studies on White Turbidity of River Waters in Okinawa Prefecture

**Ittetsu SHIROMA, Nobutaka TOMOYOSE, (沖縄県衛生環境研究所) Okinawa Prefectural Institute of Health and Environment

2.2 試薬

塩化ナトリウム、ジクロロメタン、無水硫酸ナトリウムおよびヘキサンはいずれも富士フィルム和光純薬工業製残留農薬・PCB試験用を用いた。テキサノール（2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート；以下「TX」という）およびテキサノールイソブチレート（2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート；以下「TXIB」という）は東京化成工業製を用いた。

2.3 各事例の概要

各事例の現場写真および試料写真を図1に示した。事例1は、2021年10月にA市で発生した。近隣住民から通報を受けたA市役所職員が白濁水試料を採取し保健所職員に提供され当研究所へ持ち込まれた。死魚発生はないが、現場では度々白濁水が流れているとの情報があった。特定施設台帳より現場付近では特定施設は確認されなかった。この時点では近隣での塗料使用等の情報はなく、原因は不明であった。事例2は、2023年2月にB市で発生した。近隣住民から通報を受けたB市役所職員と保健所職員が同行し現場を確認した。白濁を辿ると新築住宅の塗装工事を行っている現場が確認され、業者による刷毛の洗浄が原因であった。現場には汚染源となったアクリル樹脂系エマルジョン水性塗料（黒色）も確認された。事例1に類似した河川白濁状況であったため白濁水試料を採取し調査した。

両試料とも油臭や石けん臭は確認されなかった。振り



図1 各事例の現場写真および試料写真

混ぜると泡立ちが確認されたため、陰イオン界面活性剤のバックテストを実施したが、0.05–0.1ppm程度と低濃度であった。ろ過した結果、ろ液も白濁していた。また、ジクロロメタンによる液液抽出の際、水層に均一に溶けていた白濁が消え水層とジクロロメタン層の間にエマルジョンが形成された。

2.4 前処理

GC/MS法では試料100mLに塩化ナトリウム5g、ジクロロメタン20mLを加え10分間振とうした。静置後、ジクロロメタン層を分取し、残った水層にジクロロメタン20mLを加え再度、10分間振とうした。静置後、分液したジクロロメタン層を先のジクロロメタン層と合わせ無水硫酸ナトリウムで脱水、ガラス製脱脂綿でろ過した。ろ過した試料をロータリーエバポレーターで1mL程度まで濃縮した。試料をスピッツ管に移した後、ナスフラスコをヘキサンで洗い込みし先の試料と合わせた。清純な窒素ガスイ流下で1mLまで濃縮し、GC/MS測定用試料とした。

SEM/EDS法では試料10mL程度をシリンジフィルター（0.2μm）でろ過後、フィルターを解体し自然乾燥させSEM/EDS測定用試料とした。

2.5 測定条件

GC/MS法では、GC部のカラム昇温条件は50℃（1min）→25℃/min→125℃（0min）→10℃/min→300℃（11.5min）、気化室温度は260℃、注入量は2μL、イオン化エネルギーは70eV、キャリアガスはヘリウムおよび線速度は35cm/sで設定した。MS部のイオン化方法はEI、イオン源温度は200℃およびインターフェイス温度は280℃で設定した。

SEM/EDS法では、加速電圧は15kVで設定した。

3. 結果および考察

3.1 GC/MS

事例1、事例2、ブランク試料（ヘキサン）、TXおよびTXIBの混合液のそれぞれについてGC/MSによるSCAN測定した結果を図2、各ピークの物質名、類似度等をまとめた結果を表1に示した。検出された上位ピークを保持時間（RT）が短い順に番号を振り分けた。

ピーク番号⑥、⑦、⑩、⑫および⑭は、事例1、2共通で確認された。ピーク番号⑥、⑦および⑩はNISTライブラリによるシミラリティ検索で上位候補の物質が図3のとおり「プロピオン酸エステル」および「ペンタン酸エステル」であった。検索候補に挙げられた物質の分子式「 $C_{12}H_{24}O_3$ 」「 $C_{16}H_{30}O_4$ 」および「塗料」等のキーワードを基に総合的に検討したところ、ピーク番号⑥、⑦はTX、ピーク番号⑩はTXIBの可能性があると考えられた。TXおよびTXIBは、アクリル樹脂系エマルジョン水性塗料の

造膜助剤として用いられ、溶剤系塗料に比べ乾きの遅い水性塗料のたれ防止を目的に配合されている⁶⁾。そこで、各々の標準品を購入し調製した混合液をSCAN測定したところ、図2よりTXの複数のピークとTXIBのピークが白濁試料のRTと一致した。また、図4のマスペクトルも一致したことからピーク番号⑥、⑦および⑩はTXおよび

TXIBと同定した。以上より、事例1は事例2と同様にアクリル樹脂系エマルジョン水性塗料による白濁だと特定した。なお、TXおよびTXIBはNISTライブラリによるシミュラリティ検索では、それぞれの候補物質として提示されなかったため、他の情報と合わせて総合的に判断することが必要である。

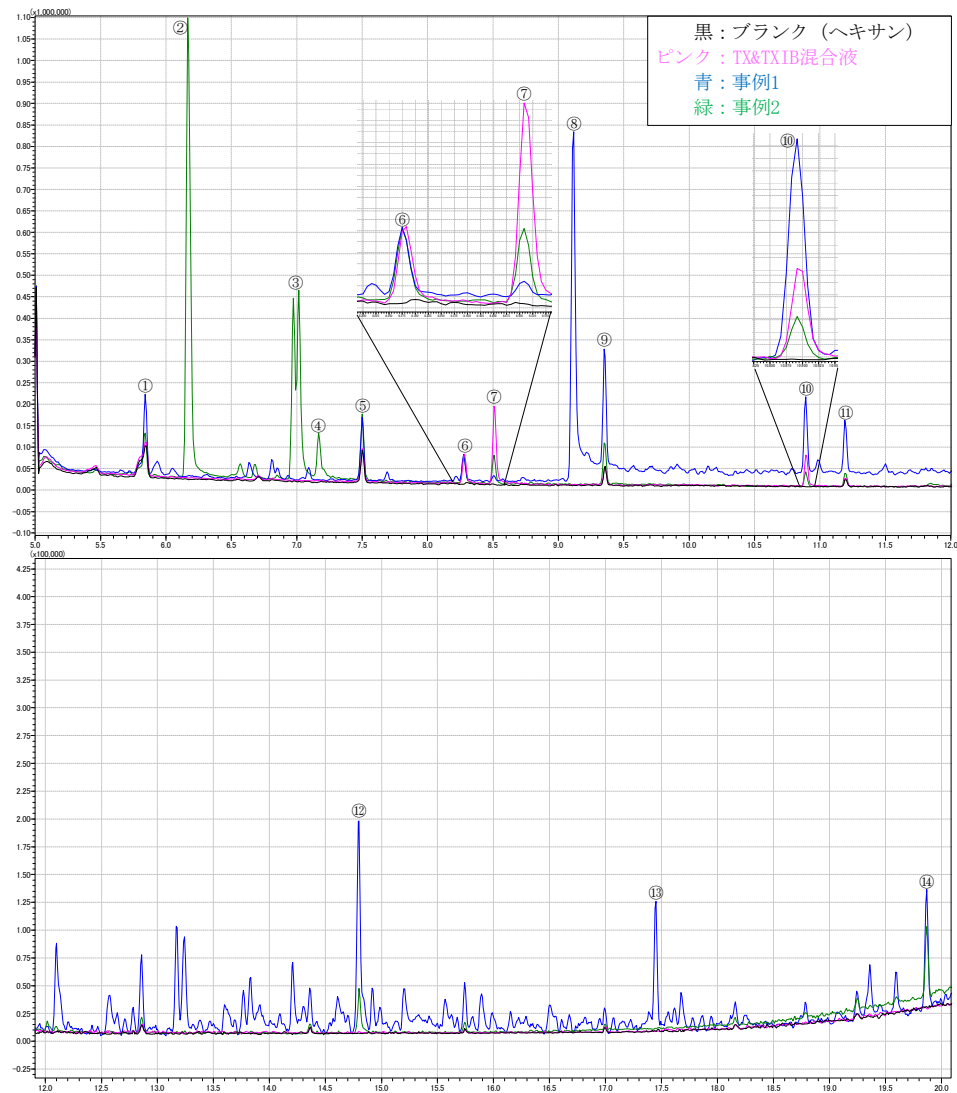


図2 GC/MS法によりSCAN測定したクロマトグラム

表1 各ピークの物質名、分子式、類似度、RTおよび用途

番号	物質名	分子式	類似度	RT	用途
①	デカメチルシクロペンタシロキサン	$C_{10}H_{30}O_5Si_5$	91	5.83	樹脂
②	2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール(略号: TMPD)	$C_8H_{18}O_2$	96	6.15	可塑剤, 溶剤
③	2-(2-ヒドロキシプロポキシ)-1-プロパノール	$C_6H_{14}O_3$	91	6.96	樹脂, 溶剤
④	イソプロピルグリシジルエーテル (別名: 1,2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン)	$C_6H_{12}O_2$	84	7.00	エポキシ樹脂希釈剤
⑤	ドデカメチルシクロヘキサシロキサン	$C_{12}H_{36}O_6Si_6$	82	7.15	樹脂
⑥	2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール-3-モノイソブチレート (別名: テキサノール (TX))	$C_{12}H_{24}O_3$	-	8.26	造膜助剤
⑦	2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール-1-モノイソブチレート (別名: テキサノール (TX))	$C_{12}H_{24}O_3$	-	8.50	造膜助剤
⑧	シクロヘキシルアミン	$C_6H_{13}N$	97	9.10	染料, 顔料
⑨	テトラデカメチルシクロヘプタシロキサン	$C_{14}H_{42}O_7Si_7$	79	9.34	樹脂
⑩	2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート (別名: テキサノールイソブチレート (TXIB))	$C_{16}H_{30}O_4$	-	10.88	造膜助剤
⑪	ヘキサデカメチルシクロオクタシロキサン	$C_{16}H_{48}O_8Si_8$	90	11.18	樹脂
⑫	フタル酸ジブチル (略号: DBP)	$C_{16}H_{22}O_4$	96	14.78	可塑剤
⑬	クエン酸アセチルトリブチル (略号: ATBC)	$C_{20}H_{34}O_8$	93	17.44	可塑剤
⑭	フタル酸ビス (2-エチルヘキシル) (略号: DOP (DEHP))	$C_{24}H_{38}O_4$	93	19.85	可塑剤

ピーク番号⑫および⑭は、フタル酸エステル可塑剤だと推定された。ピーク番号⑫の最も類似度の高い物質はフタル酸ジブチル（略号：DBP）であり、可塑剤として接着剤、塗料に用いられている⁷⁾。ピーク番号⑭の最も類似度の高い物質はフタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（略号：DOP(DEHP)）であり、可塑剤として汎用的に用いられている⁷⁾。可塑剤は塗料の塗膜形成を助ける目的や柔軟性を向上させるために用いられている⁷⁾。これらの物質が検出されたことも塗料による白濁と推定する要因となった。

ピーク番号⑧および⑬は、事例1のみに検出された。事例1の中で最大強度であるピーク番号⑧の最も類似度の高い物質はシクロヘキシルアミンであった。同物質は染色助剤、染料、顔料および界面活性剤等に用いられている⁸⁾。ピーク番号⑬の最も類似度の高い物質はクエン酸アセチルトリブチル（略号：ATBC）であった。同物質はクエン酸エステル可塑剤であり、ビニル樹脂、ゴム、セルロース系樹脂の香味剤および可塑剤に用いられている⁹⁾。以上より、これらの物質は塗料と関連する用途であるため検出されたと推定された。

ヒット	類似度	登録	ピーク番号⑥	化合物名	分子量	分子式
1	92	✓		Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester \$2,2\$-Dimethyl-1-(2-h	216	C12H24O3
2	92			Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester \$2,2\$-Dimethyl-1-(2-h	216	C12H24O3
3	87			2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate \$2,2\$-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	286	C16H30O4
4	87			2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate \$2,2\$-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	286	C16H30O4
5	84			Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester \$3\$-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	216	C12H24O3
ヒット	類似度	登録	ピーク番号⑦	化合物名	分子量	分子式
1	94	✓		Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester \$3\$-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	216	C12H24O3
2	94			Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester \$3\$-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	216	C12H24O3
3	91			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester \$2\$-Ethyl-3-hydroxyhexyl 2-methylpropanoate	216	C12H24O3
4	91			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester \$2\$-Ethyl-3-hydroxyhexyl 2-methylpropanoate	216	C12H24O3
5	89			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester \$2\$-Ethyl-3-hydroxyhexyl 2-methylpropanoate	216	C12H24O3
ヒット	類似度	登録	ピーク番号⑩	化合物名	分子量	分子式
1	94	✓		Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester \$1\$-[2-(isobutyryloxy)-	286	C16H30O4
2	94			Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester \$1\$-[2-(isobutyryloxy)-	286	C16H30O4
3	93			Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester \$2,2,4\$-Trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	286	C16H30O4
4	93			Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester \$2,2,4\$-Trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	286	C16H30O4
5	90			2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate \$2,2\$-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	286	C16H30O4

図3 ピーク番号⑥、⑦および⑩のシミュラリティ検索結果

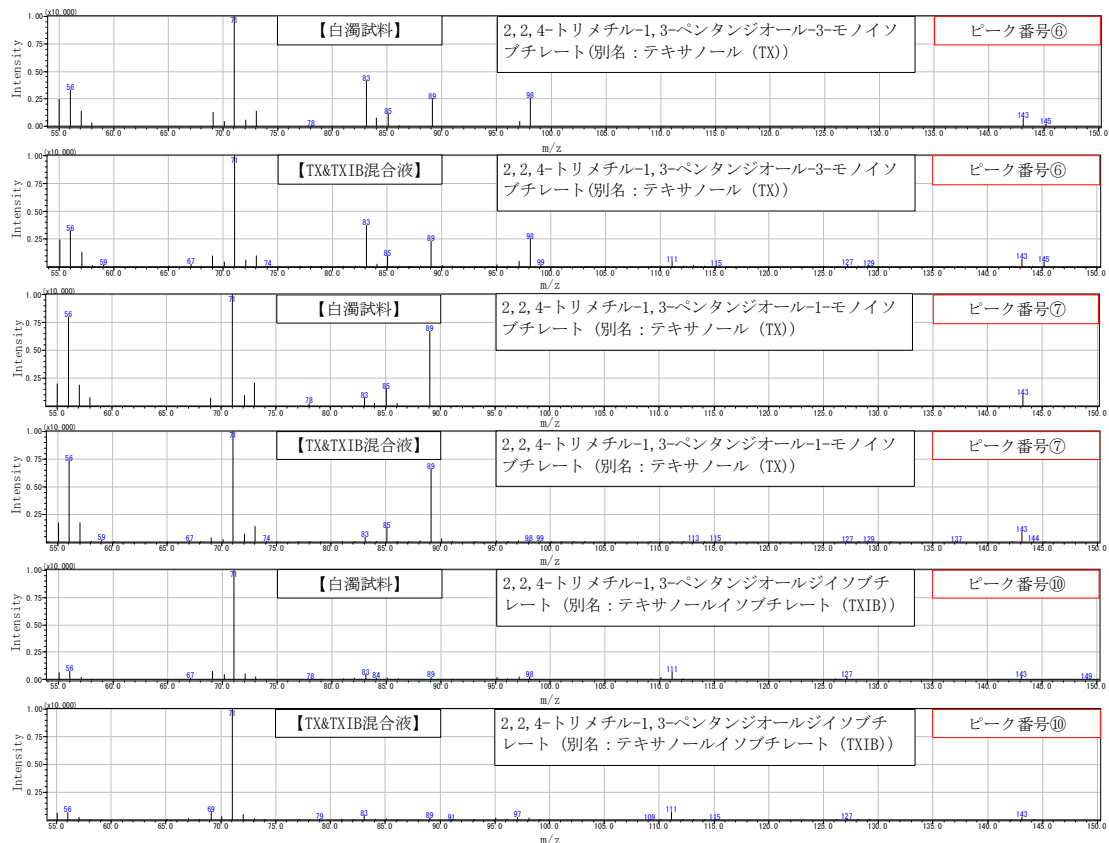


図4 ピーク番号⑥、⑦および⑩の白濁試料およびTX&TXIB混合液のマススペクトル

ピーク番号②, ③および④は, 事例2のみに検出された。事例2の中で最大強度であるピーク番号②の最も類似度の高い物質は, 2, 2, 4-トリメチル-1, 3-ペンタジオール (略号: TMPD) であった。同物質は可塑剤原料, インキ用溶剤等で用いられている¹⁰⁾。ピーク番号③の最も類似度の高い物質は, 2-(2-ヒドロキシプロポキシ)-1-プロパノールであった。同物質はポリエステル樹脂の中間原料, 印刷インキ溶剤等で用いられている¹¹⁾。ピーク番号④の最も類似度の高い物質は, イソプロピルグリシジルエーテル (別名: 1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン) であった。同物質はエポキシ樹脂の反応性希釈剤で用いられている¹²⁾。以上より, これらの物質も塗料に関連する用途であるため検出されたと推定された。

ピーク番号①, ⑤, ⑨および⑪は, ブランク試料をはじめ全ての試料で検出された。ピーク番号①, ⑤, ⑨および⑪の最も類似度の高い物質は, デカメチルシクロペンタシロキサン, ドデカメチルシクロヘキサシロキサン, テトラデカメチルシクロヘプタシロキサンおよびヘキサデカメチルシクロオクタシロキサンの環状シロキサンであった。ブランク試料でも検出されたため, カラムおよびセプトラム等の装置由来の影響が考えられた。しかしながら, 白濁試料の環状シロキサンのピークがブランク試料より高いことや福岡市による市販塗料のVOC量調査²⁾において環状シロキサンが検出されている塗料が複数確認されていることから, 白濁試料に含まれていた可能性もあると考えられた。現時点では装置由来か白濁試料由来かあるいはその両方によるものなのか判別はつかないので今後の課題である。

3.2 SEM/EDS

上述したGC/MS法の結果より白濁の原因が塗料であることがわかったため, 白色顔料の主成分である二酸化チタン (IV)¹³⁾ を測定することとした。二酸化チタン (IV) は, 硝酸には不動態を形成しほとんど溶けない¹⁴⁾ とされている。実際に, 白濁試料を硝酸加熱分解しICP/MS法による定量測定を試みたが, チタンは不検出 (定量下限値未満) であった。そのため, 横浜市¹⁾ を参考に試料水をシリンジフィルターろ過し, そのフィルター上の残渣物 (粒子) をSEM/EDS法による元素分析をした。その結果は図5に示すとおり, チタンは事例1では5000倍拡大で48%, 100倍拡大で12%であった。一方で, 事例2では2000倍, 500倍拡大してもチタンは検出されなかった。事例2の現場で確認された塗料は黒色であり, 当該製品の安全データシート (SDS) には白色顔料の二酸化チタン (IV) は含まれておらず, 黒色顔料のカーボンブラック¹³⁾ が含まれていることが確認された。エマルジョン塗料を水で薄めると, 樹脂が分散し, その分散した樹脂 (粒子) が光を散乱す

るため白濁して見える¹⁵⁾。そのため, 事例1はエマルジョン粒子と白色顔料の双方による白濁だと推定された。事例2は塗料中の黒色顔料よりもエマルジョン粒子の方が際立って見えたことによる白濁だと推定された。以上の結果より, 塗料による白濁事例であっても必ずしもチタンが含まれているとは限らないことに留意する必要がある。その他の元素は炭素 (C), 酸素 (O), カルシウム (Ca), 鉄 (Fe) およびケイ素 (Si) 等が検出された。

4. まとめ

2021-2022年度に起きた2件の白濁事例について調査したところ, 両事例ともに水性エマルジョン塗料の造膜助剤成分であるTXおよびTXIBが検出された。よって, 白濁の原因は水性エマルジョン塗料によるものと特定した。またSEM/EDSを用いて試料中のチタンの有無を確認したところ, 事例1では検出されたが, 事例2では検出されなかった。白色顔料成分のチタンを含まない塗料による白濁事例もあることに留意する必要がある。

5. 謝辞

本研究の試料採取においてご協力を賜った中部保健所の藤崎菜津子氏, 機器借用においてご協力を賜った工業技術センターの中村英二朗氏, 白濁事例において助言を賜った横浜市環境科学研究所の猪俣好美氏に謝意を表します (各氏の所属は令和5年3月時点)。

6. 引用文献

- 1) 小森陽昇, 吉澤真人, 酒井学, 上石英文: 横浜市における水質事故検体の分析事例 (2016年度). 横浜市環境科学研究所報, **42**, 12-16, 2018
- 2) 水落敏朗, 木下誠, 東郷孝俊: 公共用水域における水質事故対応マニュアル策定調査-着色物質編-. 福岡市保健環境研究所報, **33**, 69-73, 2007
- 3) 多田哲子, 北野隆一, 武田真由美, 中居千和, 木南敬之: 京都府内の小川川で発生した白濁水質事故の原因について. 京都府保環研年報, **63**, 35-39, 2018
- 4) 浦山豊弘, 吉岡敏行, 藤田和男, 山本浩司: 事故時等緊急時の化学物質の分析技術の開発に関する研究-河川等の白濁事象の原因調査-. 岡山県環境保健センター年報, **42**, 23-26, 2018
- 5) 独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター: 身の回りの製品に含まれる化学物質シリーズ 家庭用塗料改訂第七版. pp. 16-17, 東京, 2019
- 6) 斎藤育江, 大貫文, 戸高恵美子, 中岡宏子, 森千里, 保坂三継, 小縣昭夫: 近年の室内空気汚染問題について: 未規制物質による健康リスク. 日本リスク研究学会誌, **21**(2), 91-100, 2011

- 7) 可塑剤工業会：暮らしの中の可塑剤 フタル酸エステルの性質と働き. pp. 5-8, 東京, 2004
- 8) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：NITE化学物質総合情報提供システム (NITE-CHIRP), https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_108-91-8.html (2023. 4. 11アクセス)
- 9) アメリカ国立衛生研究所 (NIH)：化学分子データ (PubChem), <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acetyl-tributyl-citrate#section=Uses> (2023. 4. 11アクセス)
- 10) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：NITE化学物質総合情報提供システム (NITE-CHIRP), https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_144-19-4.html (2023. 4. 11アクセス)
- 11) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：NITE化学物質総合情報提供システム (NITE-CHIRP), https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_106-62-7.html (2023. 4. 11アクセス)
- 12) アメリカ国立衛生研究所 (NIH)：化学分子データ (PubChem), <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Isopropyl-glycidyl-ether> (2023. 4. 11アクセス)
- 13) 鈴木福二, 田中宗男：無機顔料-I. 無彩色顔料. 色材協会誌, **55(6)**, 413-428, 1982
- 14) 松本健：解説 難分解性物質の分解法. ぶんせき, **2**, 60-66, 2002
- 15) 武井昇：塗料概論. 色材協会誌, **83(8)**, 346-354, 2010

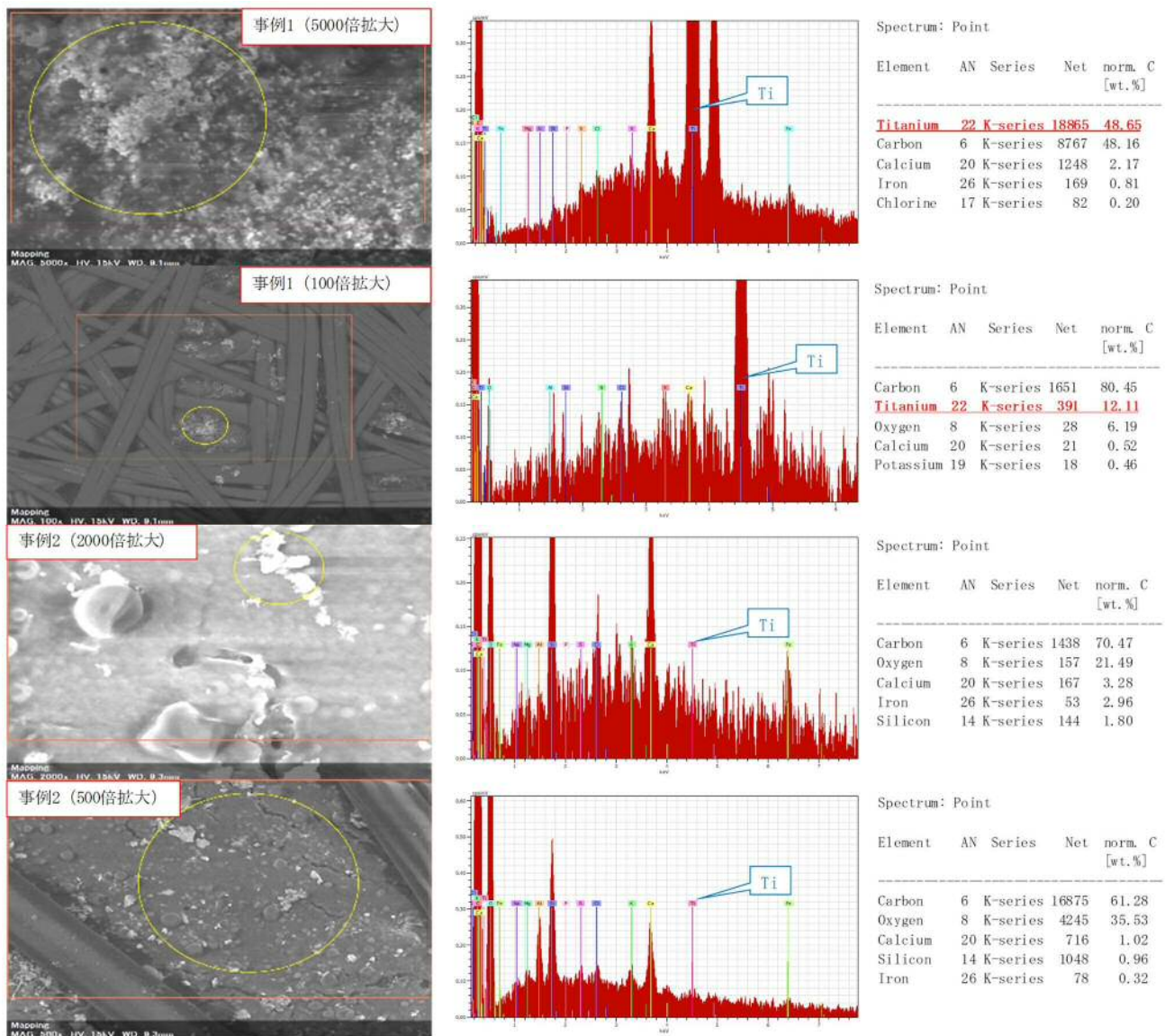


図5 SEM/EDS法による白濁試料のチタン粒子検出結果

<報 文>

長期再解析データを用いた気候変動に関する研究*

—極端気象発生日における大気場の特徴について—

初鹿宏壮**・浦谷一彦**

キーワード ①地球温暖化 ②極端気象 ③気象災害 ④長期再解析データ ⑤コンボジット解析

要 旨

現在までの地球温暖化により、すでに極端気象が増加してきていると言われており、今後の進行により更なる増加が懸念されている。本研究では、テキストマイニングにより富山県の過去の災害発生状況から気象との関連性を探るとともに、過去の強風と大雪に関する災害発生日及びその前後の大気場について長期再解析データを用いたコンボジット解析を実施した。テキストマイニングからは、本県における大雨、強風、大雪などによる災害に関係が深い語句を抽出した。また、コンボジット解析からは、極端な強風が日本列島の南西から北東へ通過する台風によりもたらされたこと、富山県全域で大雪となった際には、上空の寒気及び日本海上に低気圧が入り込み、JPCZが北西から入り込むなどの特徴が見られた。

1. はじめに

国の気候変動適応計画¹⁾では、自然災害、健康影響等への適応策に資する調査研究の必要性を掲げており、2020年から富山県気候変動適応センターの役割を担う当センターとしても、これらに関する研究を進めている。

本研究では、富山県内で発生した過去の自然災害について理解を深めるため、災害資料や天気図から発生日の気象の特徴を探るとともに、長期再解析データを用いた解析を実施することにより、災害をもたらす極端な強風や大雪など（以後、極端気象と呼ぶ）が発生する要因の解明を目指す。

長期再解析データとは、平年値の作成、過去から現在に至る気候変動の解析等に利用するため、長期間にわたる気圧や気温等の3次元的な構造を再現したデータセットである。気象庁では、日々の予報業務のための3次元データ（客観解析データという）を作成しているが、その時々で最新の予報モデルに切り替えるほか、解析手法の改善や空間解像度の向上などが進められており、気候研究には適していない。

一方で、再解析データは過去数十年の3次元データセットを作り直すにあたり、数値予報及び解析に用いる手法の固定により一貫性を保つことで、観測データ以外の要

因による影響を小さくするとともに、定時の予報に間に合わなかった観測資料の追加や観測データの品質管理（データの取捨選択や修正等）を徹底することで、気候の再現精度を向上している。なお、このようなデータは欧米などの気象局でもいくつか作成されているが、本研究では、気象庁の現業モデルをもとに、台風の再現性を高めた²⁾JRA-55長期再解析データ³⁾の利用を考えた。ただし、空間解像度が55kmであり本県の地域を解析するには粗すぎるため、気象庁がJRA-55を境界条件として日本付近のみを5kmの解像度で再計算したJRA-55領域再解析データ（DSJRA-55）⁴⁾を用いることとした。解析に使用できる期間は1958年から2012年の55年間である。

本研究では、過去の災害発生時における日本付近の気圧や気温等の特徴を把握するとともに、今後の温暖化に伴う極端気象への影響を予測する予定であり、本稿では、特徴の把握方法とその解析結果について報告する。

2. 災害と気象の関連性の解析

災害と気象の関係性を整理する足掛かりとして、既存資料の収集と整理を行った。気象庁等では、1996年以降の日々の天気図⁵⁾を公開しており、そこには当日の天気についての短い解説が記載されている。また、県内の地

*Research on climate change using long-term reanalysis data

**Hiroaki HATSUSHIKA, Kazuhiko URAYA (富山県環境科学センター/富山県気候変動適応センター) Toyama Prefectural Environmental Science Research Center/ Toyama Prefectural Climate Change Adaptation Center

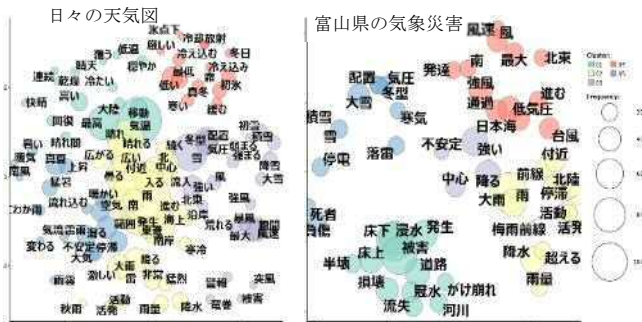


図1 KHコーダーによる関連性の分類

域防災計画⁶⁾には、100年以上も昔からの災害、被害状況、当時の気象の特徴が記録されている。

そこで、これらの文書から日々の気象と関係する事象を抽出することとし、テキストマイニング用のフリーソフトであるKHコーダー⁷⁾を用いた解析を行った。KH コーダーとは、任意の文章からそこに含まれる単語や文節の出現頻度、単語の出現タイミングの相互関係性（関連性が高ければ分布図の近い位置に表示される）などを解析することができるソフトである。なお、使用した分析はKruskalの非計量多次元尺度構成法であり、語句間の関連性はJaccard係数、乱数を初期値とした最適化手法を採択し、日々の天気図や地域防災計画に書かれた文字列の関連性を探った。また、解析を始めるにあたり、地名など、あらかじめ災害と気象の関係について解析をするうえで関連性の低い語句を除外する処理を施したうえで、文字列の関係を大きく5グループに分類した。

結果は図1に示すとおりであり、日々の天気図からは、100あまりの語句が抽出され、そのうち真冬・放射・冷却・冷え込み・初氷、猛暑・南風・不安定・雷雨などが関連性の高いことが確認できた（図1左）。また、地域防災計画の記録からは、気象災害に関連する50あまりの語句が抽出され、強風には日本海・低気圧・台風など、大雪には冬型・寒気・気圧・配置、大雨には梅雨前線・活動・活発などがそれぞれ関連性の高いことが確認できた（図1右）。

次に、上記のうち、地域防災計画から抽出された語句から気象に直結する20語句を選択し、原因（台風、低気圧など9語句）と結果（強風、波浪など11語句）に分けて、個々の災害記録について、原因として語句が書かれた際に各結果がもたらされた割合（出現割合）と、結果が発生した際に原因が影響した割合（影響割合）を解析した。

表1及び表2からは、例えば、原因として梅雨前線という語句があった場合に結果として大雨が記載されるのは93%あるのに対して、大雨の原因が梅雨前線であるのは35%しか確認できない（緑色の囲い）。同様

表1 原因別の結果の出現割合

		結果										
		強風	波浪	乾燥	大雨	日照	崖崩れ	地すべり	低温	大雪	春雪	融雪
原因	台風	55%	18%	0%	53%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
	低気圧	32%	11%	4%	42%	0%	7%	4%	2%	11%	2%	11%
	梅雨前線	4%	0%	0%	93%	4%	7%	4%	4%	0%	0%	0%
	冬型	9%	9%	0%	5%	0%	5%	0%	5%	77%	18%	5%
	フェーン	67%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%
	発達	45%	18%	6%	9%	0%	3%	0%	3%	21%	6%	9%
	上陸	100%	43%	0%	64%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	寒気	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	17%	0%
	日本海	39%	7%	4%	41%	0%	7%	2%	2%	9%	0%	7%

表2 結果別の原因の影響割合

		原因								
		台風	低気圧	梅雨前線	冬型	フェーン	発達	上陸	寒気	日本海
結果	強風	57%	49%	3%	5%	11%	41%	38%	0%	49%
	波浪	54%	46%	0%	15%	0%	46%	46%	0%	23%
	乾燥	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%
	大雨	27%	32%	35%	1%	0%	4%	12%	0%	26%
	日照	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	崖崩れ	0%	67%	33%	17%	0%	17%	0%	0%	50%
	地すべり	13%	25%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
	低温	0%	20%	20%	20%	0%	20%	0%	0%	20%
	大雪	0%	23%	0%	65%	0%	27%	0%	15%	15%
	春雪	0%	25%	0%	100%	0%	50%	0%	25%	0%
	融雪	0%	100%	0%	17%	33%	50%	0%	0%	50%

に、寒気が入り込んだ際に大雪となるのは67%あるのに対して、大雪の原因として寒気が記載されるのは15%しか確認できない（水色の囲い）。

これらの解析により、強風や大雨が上陸した台風や日本海上で発達した低気圧、大雪が冬型、低気圧の発達、寒気などと密接に関係して災害に結びついていることが確認できた。なお、大雨については、ハザードマップの作成や堤防の整備などの対策が進んでいることから、今回の解析では対象とせず、以後は、大雨に比べて対策が遅れている強風、大雪について解析する。また、北陸の大雪について、山雪や里雪などに場合分けをした解析は例えば藤田⁸⁾や舟田⁹⁾など多数あり、本研究はそれらの解析を参考とする。

3. 極端気象の日における大気場の解析

3.1 極端気象の日の特定

本県において発生した極端気象とそれに影響したと思われる気圧等の大気場との関係を解析するにあたり、極端気象の日を選定することとした。期間はDSJRA-55の全期間（1958～2012年）とし、その期間で得られる気象庁のアメダス等の地上観測データ¹⁰⁾から風速の1時間値、初鹿¹¹⁾の解析に用いた本県の降積雪に関する観測資料から日降雪量を抜き出し、解析に利用した。また、強風と

表3 強風、大雪の極端気象の日の閾値と事例数

	対象	閾値	事例数
強風	最大風速	20m/s	11事例（台風8事例，爆弾低気圧3事例）
	瞬間最大風速	35m/s	
大雪	日降雪量	50cm (地点別に上位50位まで)	呉東平野：64事例
			呉西平野：33事例
			呉東山岳：143事例
			呉西山岳：46事例

大雪について，災害発生の可能性の高さを考慮に入れて閾値を定めた。

表3に示すとおり，まず，強風についての閾値は最大風速が20m/s以上または瞬間最大風速が35m/s以上とし，県内で1か所でも満たした日を対象とした。解析の結果，抽出されたのは11事例であり，過去の天気図等から当日の大気場を確認したところ，8事例が台風上陸によるもの，3事例が急激に発達する低気圧（爆弾低気圧）の通過によるものであることが分かった。

また，大雪についての閾値は日降雪量50cm以上とし，県を平野部と山岳部，県中央にある呉羽山を境に東部と西部で計4地域（呉東平野部，呉西平野部，呉東山岳部，呉西山岳部）に分けた上で，地域別に2か所以上で基準を満たした日をそれぞれ極端気象の日とした。なお，山岳部は標高200m以上の観測地点を対象としたところ，大雪となる日が多いため，各地点で上位50位までの降雪日のみを対象とした。

その結果，呉東平野部で大雪になったのは64事例，呉西平野部では33事例，呉東山岳部では143事例，呉西山岳部では46事例であることが分かった。呉東山岳部は3,000m級の山々が連なる立山連峰を含んでおり，他の地域と比較して事例数が非常に多くなっている。

3.2 極端気象の日及び前後のデータ取得

極端気象の日の気象を解析するにあたり，極端気象の当日及びその前後それぞれ5日間の計11日間について，地球環境ビッグデータ（観測情報・予測情報等）を蓄積・統合解析し，気候変動等の地球規模課題の解決のために提供している情報システム（DIAS）¹²⁾からDSJRA-55のデータを取得した。また，DSJRA-55に含まれる降雪量，地上10mの風速（以後，地上風と呼ぶ），海面レベルに更正した（地上天気図で描かれる）気圧（以後，海面更正気圧），上空500hPaの等気圧面におけるジオポテンシャル高度（以後，500hPa高度）などの要素を6時間ごとで1日につき4回分のデータを切り出した。なお，11日間は台風や高低気圧が日本付近を移動・通過するのに十分な期間であり，平均値はその時期の平均的な気圧配置（平均場）と見ることができる。

また，強風についての解析を行うため，台風及び爆弾低気圧の日々の経路についての情報^{13), 14)}を収集すると

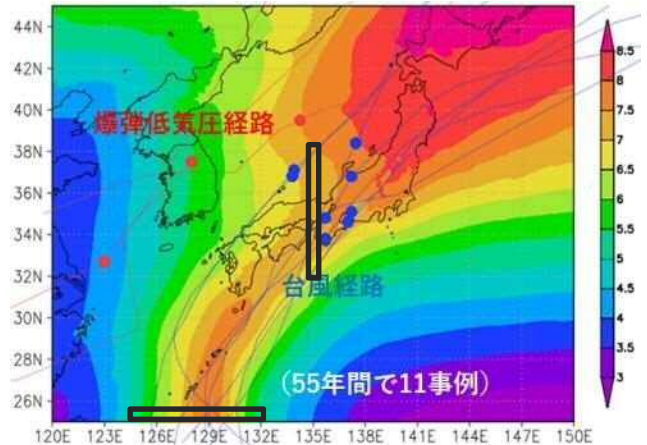


図2 海面更正気圧の変動幅と中心気圧の経路

ともに，情報が得られなかった日については，過去の天気図¹⁵⁾を解読することで台風や爆弾低気圧の中心位置を解析し，経路を確認した。

3.3 極端気象の解析（強風）

強風については，各々の極端気象の日において，強風日とその前後5日間合わせて11日間で1日4回（一つの強風事例につき44回分）のデータを用いて，期間中の海面更正気圧の平均値を求めた。そのうえで，求めた平均値からの差（平均から正や負にどれくらいずれているか：偏差）の2乗を求めた。これは，平常時の大気場から正負関係なくどれだけ変動したかを表しており，値が大きく解析される場所を台風や高・低気圧の経路と推定することができる。

図2は，この解析を強風の11事例についてそれぞれ行った後に，全事例を平均することで合成（以後，コンポジット解析と呼ぶ）したものである。なお，気圧の変動が大きな場所を暖色で，変動が小さな場所を寒色で示すとともに，実際の台風や爆弾低気圧の経路を図中に重ねることで関係性を明らかにした。

その結果，台風の経路と南西諸島から東北に抜ける暖色系の帯はよく一致しており，極端気象の日（本県で強風となった日）の位置は，強風域が中心付近にある台風については中部から近畿に中心気圧が位置すること，爆弾低気圧は前線を持つことから，日本から離れた位置に中心気圧があるなどの特徴が明らかになった。なお，期

表4 図2と同様な経路をたどった台風

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合計
経路通過	5	11	6	15	29	8	74
強風事例	0	0	0	0	5	3	8
割合	0%	0%	0%	0%	17%	38%	11%

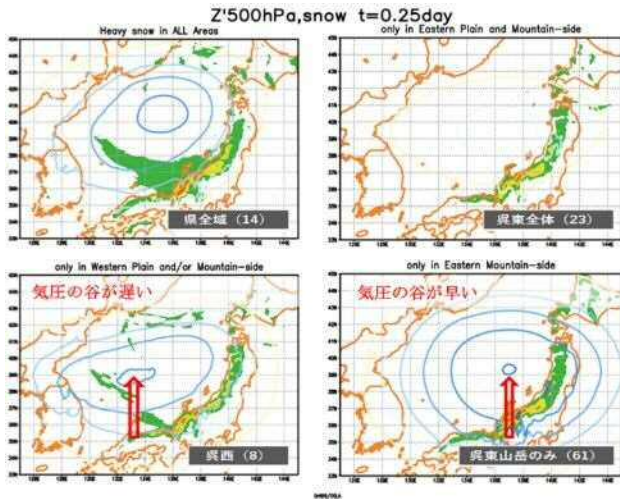


図3 500hPa高度(コンター)と降雪量(シェード)

間中の全ての台風(1452個)を確認したところ、表4に示すとおり、同様の経路(図2の2つの黒枠。北緯25°を東経125°と132°の間を北上し、東経135°を北緯32°から39°の間を東進)をたどったのは74個であり、8月と9月に通過しやすくなっている。また、極端気象(強風事例)をもたらしたのは9月と10月に通過した8個であった。さらに、経路通過に対する強風事例の割合を求めたところ、強風の割合が高かったのは10月(38%)、合計では11%であった。

3.4 極端気象の解析(大雪)

大雪については、冬季の天気予報でおおよそ取り上げられる3つの項目(西高東低の冬型、上空の寒気(気圧の谷)、日本海寒帯気団収束帯(JPCZ))の影響を確認するため、それぞれ冬型の目安として海面更正気圧、気圧の谷の目安として500hPa高度及びJPCZの目安として地上風の強さと収束について、同様にコンボジット解析を行った。

なお、地域別的大雪を検討するため、表3に示したとおりに県を4地域でそれぞれ取りまとめたが、地域間の差を明確に示すため、4地域すべてで大雪(県全域:14事例)、呉西の平野部か山岳部または双方ともで大雪(呉西:8事例)、呉東の平野部と山岳部の両方で大雪(呉東全体:23事例)及び呉東山岳部のみで大雪(呉東山岳のみ:61事例)の各事例に分けて結果を示すこととした。

図3は、大雪日における500hPa高度であるが、上空の高低気圧は波として現れることが多いため、強風の解析と同様に、まず11日間平均からの偏差を求め、位相を明瞭化したうえでコンボジット解析を行った。その結果、呉西で大雪になるケースでは、偏差(気圧の谷)は中国地方の北方にあり、呉東山岳部で大雪になるケースでは、気圧の谷が本県の北側まで進んでいることが確認できた。

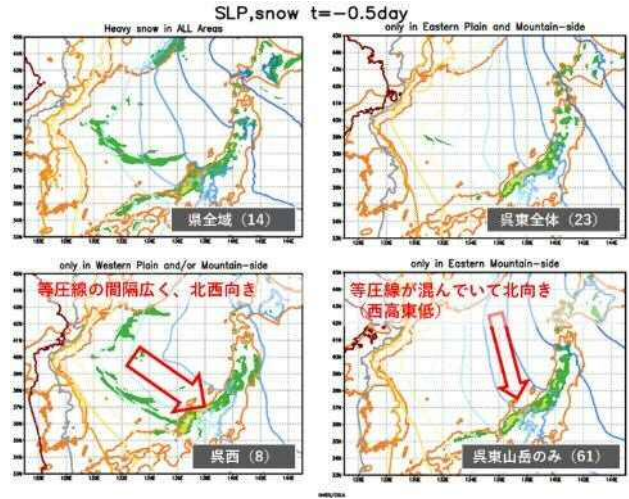


図4 海面更正気圧(コンター)と降雪量(シェード)

また、上空の気圧の谷は、呉西の大雪と比べて呉東山岳部の大雪の方が深くなっていること、呉東山岳部で大雪となる場合は上空の寒気の入り込みが早くなることが併せて確認できた。

図4は、大雪前夜の海面更正気圧である。地上天気図との類似性を確保するため、時間平均からの偏差ではなく、海面更正気圧自体をコンボジット解析した。その結果、県全体や呉西で大雪となる場合は、呉東全体や呉東山岳のみで大雪となった事例と比べて、海面更正気圧の縦に延びる等圧線の数が少なく、線の間隔も広がっている。

また、特に呉西で大雪となった事例では、北陸付近の日本海上で等圧線が北西から南東に向いており、日本海に低気圧が入り込んでいる状態と推定できるが、この形状は呉東山岳のみで大雪が降る気圧配置(等圧線が北から南に向き等圧線の間隔も狭い)、いわゆる西高東低の気圧配置と形状と大きく異なっている。

最後に図5は、大雪当日の地上風の強さと向きを示している。一般的に、日本海側で降雪が観測される状況では、

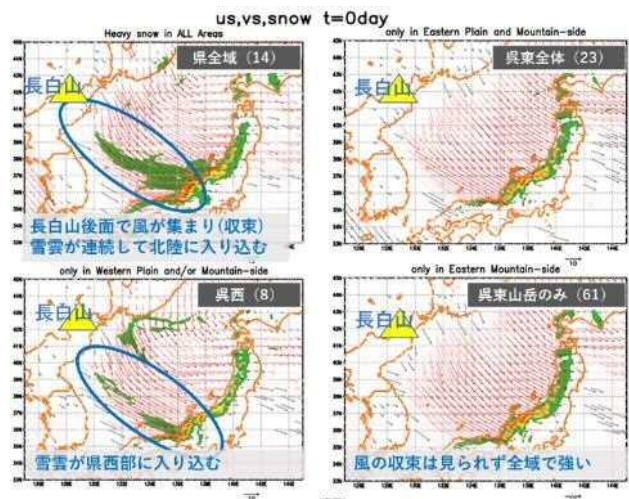


図5 地上付近の風(矢印)と降雪量(シェード)

衛星画像で北西方向から延びる筋状の雲が確認でき、北西から南東に向けた風（北西風）が卓越する。図5においても、全ての図で北西風が卓越していた。

これを踏まえた上で大雪のパターン別に見てみると、呉東全体や呉東山岳のみで大雪となった事例では、北西風が中国地方から北海道付近まで広範囲にわたっており、一様に強い。また、日本海の海上で風の収束や降雪域は確認できない。

一方で、県全体や呉西で大雪となった事例では、長白山の風下で風の収束が見られ（青枠）、日本海上で雪雲（JPCZ）が発達し、そのまま北陸地域に延びていた。県全域で大雪の事例では、JPCZが石川県から新潟県まで広く入り込んでおり、呉西で大雪となった事例では、石川県側から県西部のみに入り込んでいた。また、日本海の強風の範囲は他の2事例と比較して狭くなっていた。

これらのことから、呉東に大雪をもたらすのは、西高東低の気圧配置が強まったときであり、特に山岳部で大雪となった事例では、上空の気圧の谷が早い段階で東進したときであることが確認できた。また、呉西で大雪となるケースでは、西高東低は弱まるものの上空の気圧の谷を伴う低気圧の入り込みがあり、日本海で発達したJPCZが石川県側から県西部に入り込むとき、県全域で大雪となる事例では、呉西で大雪となるケースに対して、JPCZの発達域が広く、北陸全体に入り込むときであることが確認できた。

4. まとめと今後の方向性

本報告では、地球温暖化が富山県における極端気象へ与える影響を解析する前段階として、過去から現在までの極端気象に対してテキストマイニングやコンボジット解析を実施した。テキストマイニングでは、地域防災計画から災害記録を抜き出し、災害発生日の記録と併せて記録された過去の気象情報から極端気象との関係を解析したところ、大雨や強風が上陸した台風や日本海上で発達した低気圧、大雪が冬型、低気圧の発達、寒気などと密接に関係して災害に結びついていること、梅雨前線は大雨をもたらすが、大雨の原因は必ずしも梅雨前線ではないことなどが確認できた。

また、コンボジット解析では、強風と大雪に絞って、過去の極端気象の日及びその前後における地上気圧等の卓越的な大気場を図示した。強風については、台風の経路と時期に特徴が見られ、特に9月と10月に南西から入り込む台風が本県に強風をもたらしたことが、大雪については、500hPaの高度、海面更正気圧、地上風の特徴が県内の地域によってそれぞれ異なることが確認できた。

本報告においては、対象期間が2012年までであり、近年発生した災害級の大雪などの極端気象の期間は含まれて

いない。このことから、現在、国の研究機関等の研究グループ（気候変動予測先端研究プログラム¹⁶⁾）に参加し、近年を含めた領域長期再解析データを用いて、コンボジット解析を再計算するとともに、大雪をもたらす大気場の分類及び各大雪の数日前からの予測可能性の差異を調べるため、自己組織化マップ¹⁷⁾を用いた解析等を実施しているところである。

また、同研究グループでは、温暖化後の気温や気圧などを予測した大規模データを作成しているところであり、これを活用して、将来における強風や県内地域別の大雪の増減についても予測していく予定である。

5. 引用文献

- 1) 環境省：気候変動適応計画（令和3年10月）
<https://www.env.go.jp/content/900449799.pdf>
（2022.12.10アクセス）
- 2) Hatsushika, H., J. Tsutsui, M. Fiorino and K. Onogi: Impact of wind profile retrievals on the analysis of Tropical Cyclones, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **84**, 891–905, 2006
- 3) Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebata, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka and K. Takahashi: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **93**, 5–48, 2015
- 4) Kayaba, N., T. Yamada, S. Hayashi, K. Onogi, S. Kobayashi, K. Yoshimoto, K. Kamiguchi, and K. Yamashita: Dynamical Regional Downscaling Using the JRA-55 Reanalysis (DSJRA-55). *SOLA*, **12**, 1–5, 2016
- 5) 気象庁：日々の天気図,
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>（2022.5.10アクセス）
- 6) 富山県：富山県地域防災計画,
<https://www.pref.toyama.jp/1900/bousaiaizen/bousai/chiikibousai/kj00004459/index.html>（2022.6.11アクセス）
- 7) 樋口耕一：『社会調査のための計量テキスト分析 — 内容分析の継承と発展を目指して — 第2版』ナカニシヤ出版、京都、2020
- 8) 藤田敏夫：北陸地方の里雪と山雪時における総観場の特徴, *天気*, **13**, 359–366, 1966
- 9) 舟田久之：富山県の降雪分布, *天気*, **40**, 243–253, 1993

- 10) 気象庁：気象庁ホームページ，
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2022. 5. 10アクセス)
- 11) 初鹿宏壮，川崎清人，折谷禎一，近藤隆之，溝口俊明，土原義弘，木戸瑞佳，中村篤博：富山県における地球温暖化に関する調査研究－県内の降雪に関する調査－. 富山県環境科学センター年報，**36**，75-80，2008
- 12) 地球環境データコモンズ：データ統合・解析システム (DIAS) : <https://dias.jp.net/> (2022. 12. 10アクセス)
- 13) 気象庁：太平洋台風センター，
https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/RSMC_HP.htm (2022. 5. 10アクセス)
- 14) 九州大学：メガス torm 情報データベース，
<http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/> (2022. 8. 3アクセス)
- 15) 国立情報学研究所：デジタル台風，100年天気図データベース，<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/weather-chart/> (2022. 8. 3アクセス)
- 16) 海洋研究開発機構：気候変動予測先端研究プログラム，<https://www.jamstec.go.jp/sentan/> (2022. 12. 10アクセス)
- 17) 古川徹生：自己組織化マップ，脳科学辞典，DOI:10.14931/bsd.9976，
<https://bsd.neuroinf.jp/wiki/自己組織化マップ> (2022. 10. 1アクセス)

<報 文>

岩手県における地下水中の鉛起源推定*

—給水用具の溶出影響評価を中心に—

伊藤朋子**・橋本裕子**

キーワード ①地下水 ②鉛 ③鉛同位体比 ④共存元素 ⑤起源推定

要 旨

地下水中の鉛の発生源を推定するため、採水時の地下水通水量に伴う鉛と共存元素の濃度変化や鉛同位体比などを評価指標として検討を行った。概況調査で鉛を検出したいくつかの地点について、上記観点から詳細な調査を実施したところ、すべての地点で給水用具の溶出影響が認められた。

1. はじめに

岩手県の地下水概況調査において、鉛はひ素と並んで検出頻度が高い元素であり、報告下限値（0.002 mg/L）を超えて検出した地点について、毎年数件の汚染井戸周辺地区調査を実施している。

汚染井戸周辺地区調査は、汚染の範囲や汚染原因の推定を目的としているが、周辺井戸の調査だけでは鉛の発生源を究明するのは難しい。このため、汚染原因不明のまま、継続監視調査を長期間実施している地点が複数存在している。

地下水は、通常、井戸所有者宅で地下水層から給水装置を介して採水している。地下水中の鉛の発生源は図1のようにいくつか想定されるが、過去の概況調査において、給水経路内での汚染が疑われる事例があった。

このことから、本研究では、主に給水経路内での鉛の溶出影響に着目して、地下水中の鉛の起源推定方法を検討したので、これを報告する。

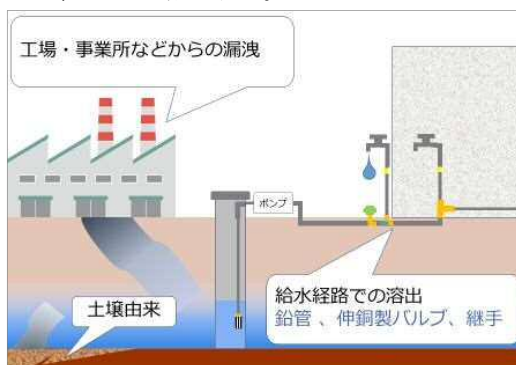


図1 地下水中の鉛の発生源イメージ

2. 調査方法

2.1 試料

【地下水】初流試料：平成30年度地下水概況調査地点において、蛇口の開栓直後に採取した配管滞留水を含む試料。通常試料：上記地点で配管滞留水を十分通水した後、採取した試料。通水量毎の地下水試料：令和元年～令和4年度にかけて実施した概況調査で、報告下限値を超える濃度で鉛を検出した地点において、蛇口の開栓直後から0, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100 L通水毎に250 mLずつ採取した試料。

【坑廃水】県内に所在するA体廃止鉱山の坑道から湧出する処理前の廃水（自然由来鉛を含有）。

【給水用具浸漬液】ホームセンター等で市販されている黄銅または青銅製の給水用具（継手、バルブ等）を精製水に一晩浸漬して作成した試料。

2.2 測定方法

【鉛及び共存元素濃度の測定】

鉛及び共存元素の濃度測定はICP-MS (Agilent 7700) で行い、試薬は硝酸 1.38 電子工業用、塩酸 Ultrapure (関東化学)、元素類の測定用標準液はXSTC-469 (SPEX)、すず標準液1000及び陽イオン混合標準液Ⅲ (関東化学)を使用した。前処理を含む測定の詳細はJIS K 0102の各項に準じた。

【鉛同位体比の測定】

鉛同位体比の測定は、座間味ら¹⁾の方法に準じ、上記ICP-MSで積算時間を²⁰⁶Pb、²⁰⁷Pbは10秒、²⁰⁸Pbは1秒、スweep回数1000回、繰り返し10回で測定した。

*Estimation of Lead Origin in Groundwater in Iwate Prefecture

**Tomoko ITO, Hiroko HASHIMOTO (岩手県環境保健研究センター) Iwate Prefectural research institute for environmental sciences and public health

同位体比の補正は、鉛同位体標準液 NMIJ CRM 3681-a（産業技術総合研究所）を用いて比較標準化法で行い、野々瀬²⁾の方法を参考に、試料3検体を測定するごとに標準試料を測定し、補正係数の校正を行った。また、測定時の質量差別効果を一定とするため、標準試料と各種試料の鉛濃度は $1.0 \pm 0.1 \mu\text{g/L}$ （1%硝酸溶液）に調製した。

3. 結果と考察

3.1 初流試料と通常試料の鉛濃度比較

初流試料の鉛濃度を縦軸、通常試料の鉛濃度を横軸とした散布図を図2に示す。地下水が給水経路で鉛の溶出影響を受けなければ、初流試料と通常試料の鉛濃度は等しくなるはずである。しかし、初流試料の鉛濃度の方が有意に高値となり（ $p < 0.05$, $n=64$ ）、多くの地点で給水用具の溶出影響を受けていることが示唆された。

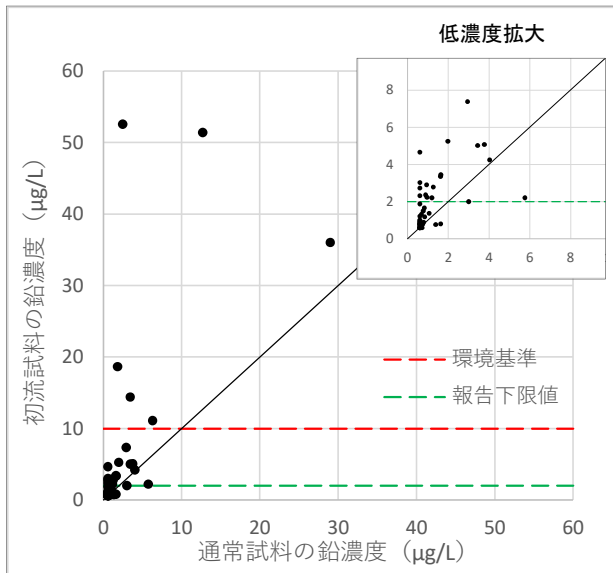


図2 初流試料と通常試料の鉛濃度
(LOQ未満の地点はLOQの値（0.6 $\mu\text{g/L}$ ）で表示）

3.2 初流試料中の鉛と共存元素の相関関係

水道分野では、鉛の水道水質基準が強化されたのに伴い、鉛管の布設替えや給水用具の鉛溶出基準強化³⁾などの対策が取られてきた。3.1の結果から、地下水においても、給水装置を介して採水を行う場合、鉛管や給水用具の影響を受けることが強く疑われる。

給水経路内の滞留水には、鉛以外にも給水用具等の材質に由来する元素が溶出していると考えられ、これらの共存元素を指標として溶出影響を評価できないか検討を行うこととした。

評価指標として利用可能な元素を調べるため、初流試

料を用いて多成分分析を実施し、鉛との相関関係を確認した。結果を表1に示す。

表1 初流試料の共存元素と鉛との相関関係

元素	相関係数	元素	相関係数
Li	0.0199	Ni	0.7122
B	0.2867	Cu	0.8784
Na	0.1152	Zn	0.5606
Mg	0.1423	As	-0.0880
Al	-0.0205	Se	0.2414
K	0.7000	Mo	0.0645
Ca	0.0685	Cd	0.0744
Cr	0.1077	Sn	0.0983
Mn	-0.0820	Sb	0.7731
Fe	-0.0385	U	-0.0753

銅、カリウム、ニッケル、アンチモン及び亜鉛が鉛と相関が高い結果となった。また、初流試料を鉛濃度で4群にクラスタリングし、相関の高い元素の各群の分布状況を確認した。

すべてのクラスター間で有意な差があり、測定しやすい濃度レベルであることなどから、銅を指標として利用できると考えた。クラスタリング後の鉛と、対応する銅の濃度分布を図3に示す。なお、指標の閾値は、鉛濃度が最も低いclass4を給水用具の溶出影響をほぼ無視できる群と仮定し、その銅濃度平均の95%信頼区間上限の34 $\mu\text{g/L}$ を使用することとした。

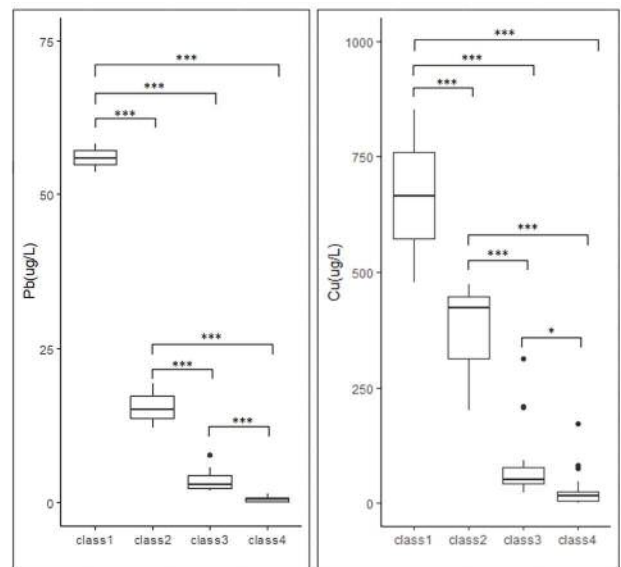


図3 鉛濃度による初流試料のクラスタリングと対応する銅の濃度分布 (** $p < 0.001$, * $p < 0.05$)

3.3 銅製給水用具から溶出する元素

給水経路には、青銅、もしくは黄銅製の継手、バルブなどが使用されており、これらの銅合金は、切削性の向

上を目的として、鉛が数%添加されている。

銅製給水用具から溶出する元素を調べるため、市販製品を精製水に一晩浸漬して試料を作成し、合金に使用される成分を測定した。結果を表2に示す。

表2 銅製給水用具浸漬液中の溶出成分比率*

浸漬液試料	Cu	Zn	Sn	Pb
青銅製品_A	62.2	6.2	0.3	31.3
青銅製品_B	25.6	3.4	0.1	70.9
青銅製品_C	66.0	4.8	0.3	28.8
黄銅製品_A	12.6	39.5	0.0	47.9
黄銅製品_B	6.4	18.4	0.0	75.1
黄銅製品_C	53.8	21.8	0.9	23.5
黄銅製品_D	1.7	8.0	0.0	90.3
【参考】給水用具**	Cu	Zn	Sn	Pb
青銅 (CAC406)	83-87	4-6	4-6	4-6
黄銅 (CuZn40)	59-62	残部	Fe<0.2	<0.3

*銅合金成分の濃度合計に対する各成分の百分率

**各合金における含有成分の質量百分率

浸漬液中に溶出する元素の比率は、青銅、黄銅ともに合金の成分比率に対して、鉛の比率が高く、製品ごとの溶出比率もかなり異なっていた。

3.4 地下水通水量に伴う元素濃度の変化

給水経路内の溶出影響が、地下水の通水量とともにどのように変化するか確認を行った。

令和元年～4年の地下水概況調査において、報告下限値を超える濃度で鉛を検出した6地点で、蛇口の開栓直後から0, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100 L通水ごとに連続して地下水を採取し、各元素の濃度変化を観察した。代表的な地点及び元素の例を図4に示す。

各調査地点の井戸から蛇口までの距離は、1～44mと幅があったが、どの地点においても給水用具に関連する鉛、銅、亜鉛等の元素が0～10 L通水時まで濃度が高く、20～40 L程度通水後に一定となった。

一方、給水用具に関連のないひ素やほう素では、通水直後からほぼ一定の濃度で推移した。

井戸から蛇口までの配管滞留水は、距離と配管径 (20～25 mm) から、最大でも15 L以下であると推算されたが、地下水中の鉛はその数倍通水した後でも検出された。

今回調査した事例では、地点1において、100 L通水後も環境基準を超える濃度で鉛が検出された。共存する銅や亜鉛も比較的高値のまま一定となり、銅濃度に関しては、指標の閾値とした34 $\mu\text{g/L}$ を超える値となっていた。

100 L排出時に検出される鉛が、給水用具の溶出影響のみののか、地質など他の発生源も関与しているのかについては、濃度変化だけでは判断できない。このため、別の指標による検討が必要であると考えた。

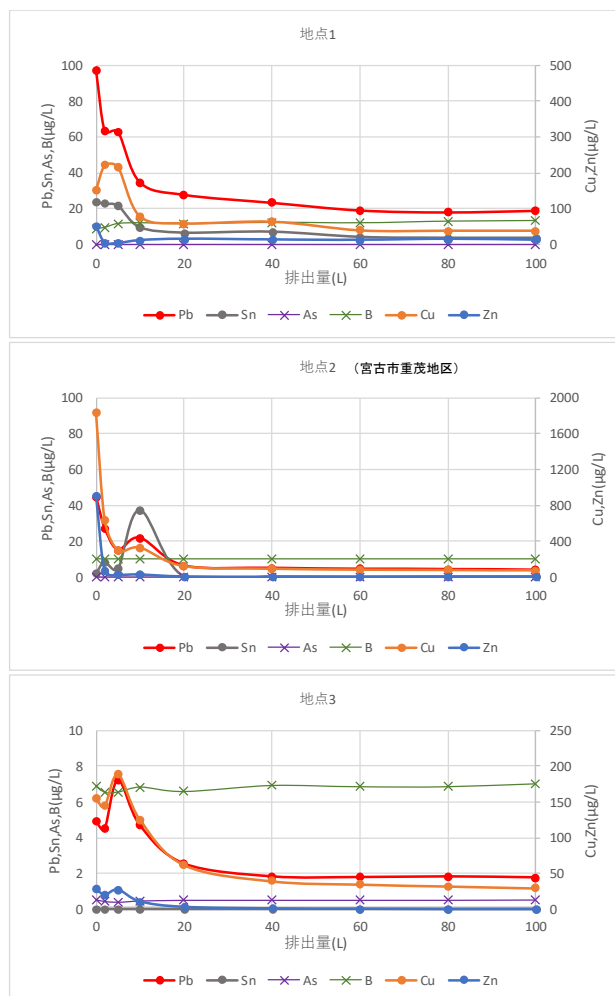


図4 通水に伴う地下水中の元素濃度変化

3.5 鉛同位体比による発生源推定

地点1は、周辺が住宅地で鉛の汚染源となるような工場などは所在しない。また、鉛の地球化学図⁴⁾においても、地質中の鉛含有量が低い地域であり、自然由来で鉛を検出していることも考えにくかった。この地点に限らず、100 L通水時点で検出される鉛が、地下水そのものに含まれるのか、給水用具の溶出影響が続いているのかを判別するため、鉛同位体比を用いて、より詳細な発生源推定ができないか、検討を行うこととした。

発生源による鉛同位体比の違いを調べるため、地下水や給水用具の浸漬液、休廃止鉱山の坑廃水など、各種試料の鉛同位体比を測定した。結果を図5に示す。

今回の検討では、給水経路での溶出影響を強く受けている初流地下水と、鉛を検出した地点の100 L通水時点の鉛同位体比は、ほぼ同じ比率で比較的狭い範囲に集中し、国内非汚染土壌や国内鉱床鉛、県内の休廃止鉱山坑廃水など、日本固有の鉛同位体比を持つ試料とは明らかに異なる分布を示した。

なお、岩手県の鉱床鉛は国内でも²⁰⁶Pbの比率が大きい

とされており⁵⁾、各同位体比の分母が大きくなるため、結果として図5においては国内鉱床鉛平均より左下にプロットされる。今回実測したA鉱山坑廃水についても、国内鉱床鉛や国内非汚染土壌の平均値より左下側に分布する結果となった。

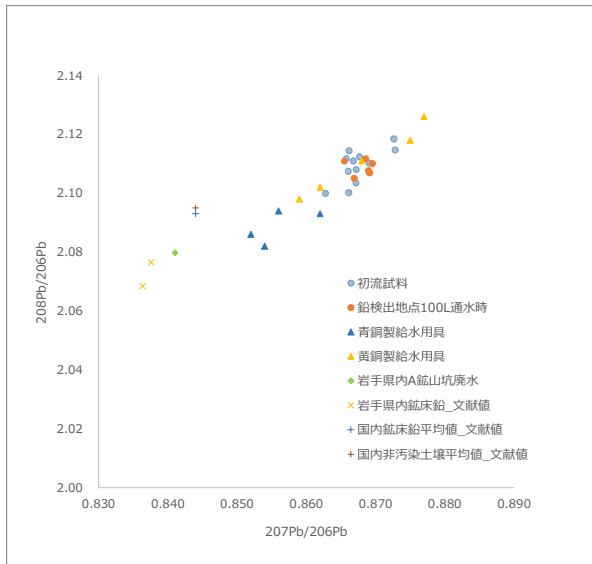


図5 各種試料の鉛同位体比

- 初流試料のうち、通常試料との鉛濃度差が大きく、給水経路の溶出影響を強く受けていると考えられる地点 (n=12)
- 概況調査で報告下限値を超えて鉛を検出した地点で、配管滞留水を100 L通水後に採取した地下水 (n=6)
- ▲ 青銅製品の精製水浸漬液 (n=2)
- ▲ 黄銅製品の精製水浸漬液 (n=5)
- ◆ 岩手県内に所在するA休廃止鉱山の坑廃水（岩手県内鉱床鉛（文献値）とは異なる鉱山で採取）
- × 岩手県内鉱床鉛（文献値）⁵⁾
- + 国内鉱床鉛平均値（文献値）⁵⁾
- + 国内非汚染土壌平均値（文献値）⁶⁾

鉛は、 ^{204}Pb 、 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 及び ^{208}Pb の4つの安定同位体を持つが、 ^{204}Pb 以外はウランやトリウムが崩壊し生成されるものである。また、それぞれの核種の崩壊スピードが異なるため、鉛の同位体比は経時的に変化するが、鉛鉱床が形成される際にその時代の同位体比が鉱石に固定されることが知られている。

先行研究により、国内鉱床鉛は $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.093 ± 0.014 、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.844 ± 0.0075 ⁵⁾、国内の非汚染土壌の鉛同位体比は $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.095 ± 0.013 、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.844 ± 0.006 ⁶⁾の範囲に分布するとされている。

一方、海外の鉱床鉛は国内の鉛と異なる同位体比を持ち、海外産鉱石が使用される工業製品では、日本固有の鉛同位体比と異なる比率を示す。このため、鉛の同位体比を測定することで、それが日本の鉱山・地質など、自然由来の鉛か、工業製品由来の鉛かを判別することができる。

今回の検討では、初流試料の鉛同位体比 (mean $\pm$ se) は、 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.109 ± 0.0027 、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.867 ± 0.0032 で、黄銅製品の鉛同位体比に近い値であった。

給水用具の鉛同位体比が比較的広い範囲に分布しているのと比較して、全て異なる調査地点から採取した地下水の鉛同位体比は、ばらつきが小さい結果となっていた。

坂田らによる大気中の鉛同位体比の検討⁷⁾では、大気中の鉛は焼却の寄与が大きく、様々な製品の鉛が焼却により合成された値となったものと考察されている。地下水においても、給水経路内の複数の製品から溶出する鉛の同位体比が合成された値となっているのではないかと推察された。

3.6 自然由来鉛と複合汚染があった場合の寄与率算定

令和4年度の概況調査で、地質中の鉛含有量が比較的高いと考えられる地点の検出事例があった。検出地点（宮古市重茂地区）を地球化学図上にプロットしたものを図6に示す。

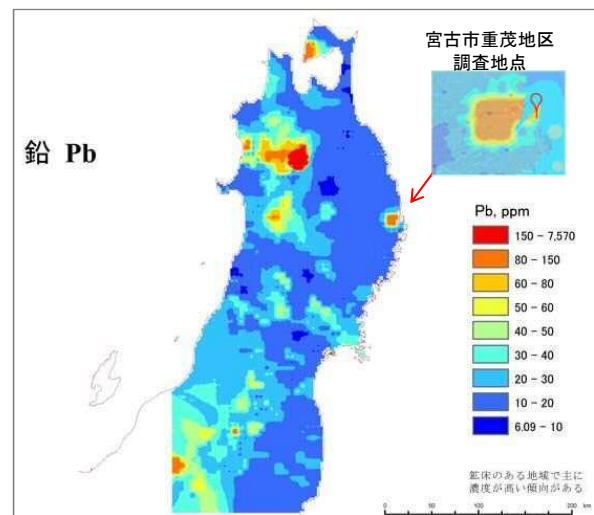


図6 宮古市重茂地区の鉛検出地点

同地点において、鉛の起源推定のための追加調査を実施したところ、①通水量に伴う鉛や銅の濃度変化が観察されること（図4中の地点2）、②周辺に鉛を使用する工場などの汚染源や土壌汚染の地歴がないこと、③100 L通水時点の鉛同位体比が日本固有の鉛同位体比とは異なる値を示すこと（図5）などから、給水用具の溶出影響により、鉛を検出したものと判断した。しかし、この地点は100 L通水時でも鉛が $3.8 \mu\text{g/L}$ 検出され、給水用具の溶出影響の他に、地下水にもともと含まれる自然由来の鉛で複合的に汚染している可能性も否定できなかった。

大気試料では、坂田らにより、複数の発生源による鉛及び微量金属の寄与率を推定するため、鉛同位体比を活

用した算定方法が提案されている⁷⁾。

地下水においても、同様な寄与率推定が可能か検討するため、同地点における0～100 L通水までの鉛濃度変化をモデルとして、自然鉛と工業鉛の混合試料を作成し、比較検討を行うこととした。

モデル試料は、自然由来鉛として、採水協力の得られた岩手県内のA鉱山の処理前の坑廃水 ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.841 $\pm$ 0.001, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.078 $\pm$ 0.004), 工業的な鉛として鉛同位体比測定用標準NMIJ CRM 3681-a ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.869 $\pm$ 0.00036, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.104 $\pm$ 0.00013 (認証値)) を混合して調製した。

100 L通水時の鉛濃度を5 $\mu\text{g/L}$ とし、この濃度に対する自然由来鉛の寄与率を20, 30, 40, 100 %と変化させた4系統のモデル試料を調製し、鉛同位体比を測定した。最終濃度に対する自然由来鉛の寄与率を100%とした場合の、混合試料の調製例を表4に示す。なお、混合試料の鉛同位体比理論値は、坂田らの方法を参考として、式(1)、(2)により算出した。

$$(1) F_1 + F_2 = 1$$

$$(2) (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_1 \times F_1 + (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_2 \times F_2 = (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_{\text{water}}$$

F_1 : 自然由来の鉛寄与率, F_2 : 工業製品由来の鉛寄与率

$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_1$: 自然由来の鉛同位体比

$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_2$: 工業製品由来の鉛同位体比

※ $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ についても同様に算出する。

表4 モデル試料の調製例 (自然鉛の寄与率100%の場合)

通水量 (L)	0	2	5	10	20	40	60	80	100
重汚染鉛濃度*	45	27	15	22	6	5	4	4	4
モデル鉛濃度**	50	30	15	20	7	6	5	5	5
うち自然由来	5	5	5	5	5	5	5	5	5
うち工業系	45	25	10	15	2	1	0	0	0
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ***	0.862	0.860	0.856	0.858	0.848	0.845	0.841	0.841	0.841

*宮古市重茂地点の実測鉛濃度 ($\mu\text{g/L}$)

**モデル試料の設定鉛濃度 ($\mu\text{g/L}$)

*** (1), (2) 式から算出した鉛同位体比理論値

モデル試料の鉛同位体比の理論値と実測値を、差が観察しやすい $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ についてグラフ化し図7に示した。

モデル試料の測定結果から、100 L通水時の鉛濃度に対する自然由来鉛の寄与率が30%以上であれば、ICP-MSによる鉛同位体比測定の一般的な測定誤差 (10回繰り返し測定時の平均的なRSDは0.2～0.3%程度) を含めても、通水に伴う鉛同位体比の変化から、複合汚染であることが判別可能であると考えられる。

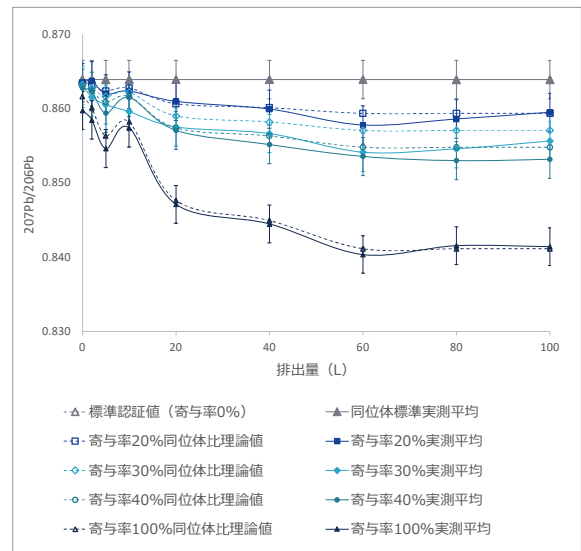


図7 モデル試料の鉛同位体比理論値と実測値*

*実測値のエラーバーは鉛同位体比測定時の平均的なRSD

また、(1), (2) 式より宮古市重茂地区調査地点の実測値を用いて、100 L排出時の鉛濃度に対する自然由来鉛の寄与率を算定した結果を表5に示す。

表5 宮古市重茂地区調査地点における自然由来鉛の寄与率算出結果

試料	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
開栓直後 (0 L) の鉛同位体比*	0.870	2.113
A鉱山坑廃水の鉛同位体比**	0.841	2.078
100 L通水時の鉛同位体比***	0.869	2.112
自然由来鉛寄与率	3.4 %	2.8 %

*工業製品由来の鉛同位体比として使用

**自然由来の鉛同位体比としてA鉱山坑廃水の実測値を使用

***地下水本来の鉛同位体比と仮定

宮古市重茂地点において、蛇口の開栓直後 (鉛濃度が最も高くほぼ給水用具由来と推察) の鉛同位体比、100 L通水時の鉛同位体比及びA鉱山の坑廃水の鉛同位体比から、自然由来による鉛の寄与率は、2.8～3.4%程度で、主たる発生源ではないと推察された。周辺に人為的な汚染源もないことから、100 L通水時においても、給水経路由来で鉛を検出していることが疑われた。

なお、上記算定ではA鉱山の坑廃水の実測鉛同位体比を使用した。国内非汚染土壌の平均値を用いれば、岩手県以外の地域においても寄与率算定が可能になると考えられる。また、坂田らの寄与率算定式は4要因まで代入可能とされている。今回、給水用具と自然由来の2要因に限定して算出しているが、土壌汚染など原因が判明しており、汚染源の鉛同位体比を取得可能であれば、因子を増

やしてそれぞれの寄与率を算定することも可能であると考えられる。

3.7 鉛検出地点の発生源考察と推定フロー構築

宮古市重茂地区以外の検出地点においても、通水に伴う元素濃度の変化や同位体比等を検討し鉛の発生源を推定した。すべての地点において、地点1、2と同様の結果となり、周辺に汚染源となる施設が存在しないことから、給水用具由来で鉛を検出したものと推察された。

水道の給水装置に使用される銅製給水用具や鉛管については、鉛フリー製品の開発や、ライニングによる鉛溶出の低減化など、様々な対策が取られている。一方、地下水においては、使用用途が飲用に限定されないため、給水経路内に溶出対策が取られていない製品が設置される可能性がある。このような背景もあり、地下水中の鉛発生源として給水用具からの溶出が主たる要因の一つとなっているのではないかと考えられた。

これまでの検討結果から、地下水中の鉛起源推定フローを図8のとおりまとめた。岩手県では、これまで地下水に鉛が検出された際の汚染源を推定する統一的な調査方法や判断基準がなく、原因究明まで至らなかった。

今回、給水用具の溶出影響と自然由来鉛の推定が可能になったことで、井戸所有者への地下水使用方法の指導等、適切な行政措置に繋げることができると考えている。また、鉛の発生源が給水経路由来と判断された場合は、継続監視調査の対象から除外できるよう、地下水質常時監視実施細目を改正し、業務の効率化を図っている。

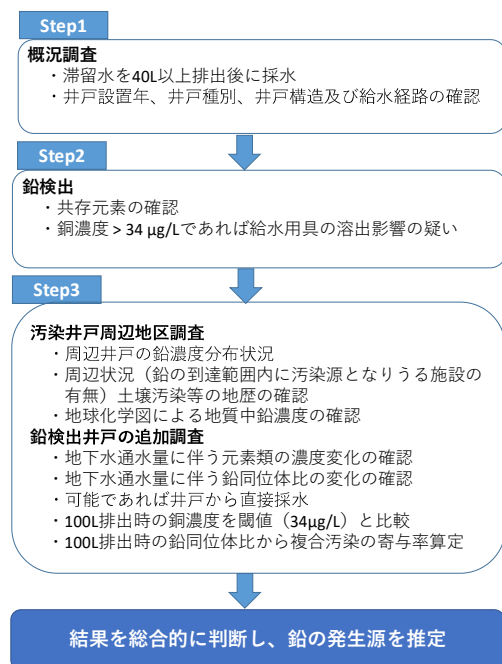


図8 地下水中の鉛起源推定フロー

4. まとめ

地下水概況調査で鉛が検出された際に、通水に伴う給水用具由来の元素濃度変化や、同位体比等を用いて、鉛の起源推定を行った。調査の結果、すべての地点が給水用具由来で鉛を検出したものと推察された。また、検討結果をもとに、地下水中の鉛起源推定フローを構築し、給水経路の溶出影響と自然・地質由来の鉛について、発生源や寄与率の推定が可能となった。

今後は、原因不明のまま鉛の継続監視を行っている地点の再調査や、土壌汚染等で地下水が汚染されたケースについても本推定フローが適用可能かなど、検討を続けていきたいと考えている。

5. 引用文献

- 1) 座間味佳孝：ICP-MSによる地下水中の鉛同位体比分析法の検討，沖縄県衛生環境研究所報，52，62-67，2018
- 2) 野々瀬奈穂子，日置明治，倉橋正保，久保田正明：同位体希釈/誘導結合プラズマ質量分析法による金属イオン濃度測定の国際比較．分析化学，47，4，239-247，1998
- 3) 厚生労働省：給水装置の構造及び材質の基準に関する省令（平成9年厚生省令第14号）
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：海と陸の地球化学図，<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/index.html>
- 5) 佐々木昭，佐藤和郎，G.L. カミング：日本列島の鉱床鉛同位体比，鉱山地質，32，（6），457-474，1982
- 6) 丸茂克美，江橋俊臣，氏家亨：日本各地の土壌中の重金属含有量と鉛同位体組成，資源地質，53（2），125-146，2003
- 7) 坂田昌弘，倉田正輝，田中伸幸：鉛同位体比に基づく都市大気中の微量金属の発生源寄与率推定法：電力中央研究所報告，T97050，1997

＜環境省ニュース＞

環境研究総合推進費、G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合及び 脱炭素先行地域について

環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室

1. 環境研究総合推進費（競争的研究研究費）

1.1 令和5年度新規課題の採択について

環境研究総合推進費は、「環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年5月環境大臣決定）」に示す環境分野において今後5年間で重点的に取り組むべき研究・技術開発の課題である「重点課題」及び環境省が必要とする「行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」を提示した上で公募を行う環境政策貢献型の競争的研究費であり、令和5年度予算は約53億円です。

環境省が基本方針や行政要請研究テーマ（行政ニーズ）を示す一方で、公募、審査、資金配分や採択後の進捗管理、評価等の業務は独立行政法人環境再生保全機構（以下「ERCA」という。）が担当しています。

例年9月から約1か月間にわたって新規課題の公募を行っており、令和5年度新規課題（令和5年4月に研究開始）については、令和4年9月16日から10月21日まで公募を行い、書面による一次審査及びヒアリングによる二次審査を経て、環境問題対応型研究37課題、革新型研究開発（若手枠）19課題、戦略的研究開発（Ⅰ）1プロジェクト20課題、戦略的研究開発（Ⅱ）2プロジェクト18課題が採択されました（表1）。

このうち環境問題対応型研究については、自然科学分野から人文社会科学分野まで多様な分野からの研究提案や若手研究者からの研究提案など、より多くの研究提案に採択機会を提供するため、令和4年度新規課題公募より、年間支援額が従来の半分となる2千万円以内であるミディウムファンディング枠を設けています。今回の令和5年度新規課題公募においては、ミディウムファンディング枠として11課題が採択されています。

また、革新型研究開発（若手枠）については、今回より従来の600万円以内枠に加えて、300万円以内枠を設置し、その結果、革新型研究開発（若手枠）19課題のうち、600万円以内枠が14課題、300万円以内枠が5課題の採択内訳となっています。

次回の令和6年度新規課題は令和5年の9月頃に公募予定です。ここ2年間でミディウムファンディング枠と革新型研究開発（若手枠）の300万円枠を新設し、より多くの

研究課題を採択できるように制度を見直していますので、積極的な応募をお待ちしています。

参考1：環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年5月環境大臣決定）

https://www.env.go.jp/policy/tech/kaihatsu/t02_r0105a.pdf

表1 令和5年度新規課題の採択課題数

公募区分	最大年間支援額	研究期間	採択課題数（申請件数）
環境問題対応型研究（一般・技術実証型）	4千万円	3年以内	26（180）
環境問題対応型研究（MF枠）	2千万円		11（77）
次世代事業（補助率1/2）	2億円		0（2）
革新型研究開発（若手枠）	6百万円		14（45）
	3百万円		5（15）
戦略的研究開発（Ⅰ）	3億円	5年以内	20（21）
戦略的研究開発（Ⅱ）	1億円	3年以内	18（18）

1.2 採択課題の情報

令和5年度新規課題においては、2050年の脱炭素社会の実現に貢献するため「カーボンニュートラルに特に資する行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」に該当する研究・技術開発課題を重点的に採択し、例えば「1-2302_わが国の脱炭素社会実現に向けた都道府県の脱炭素計画に係る課題の統合的分析（国立環境研究所）」のように地方公共団体でのカーボンニュートラル推進に資する課題も採択しています。

今回の令和5年度新規採択課題を含め、環境研究総合推進費の研究概要や成果報告書については、ERCAの環境研究総合推進費ウェブサイトにある「研究課題データベース」で閲覧できます。

また、同サイトでは推進費の各種イベントやプレスリリース、Twitterによる最新情報を確認できますので、併せてご活用ください。

参考2：ERCA環境研究総合推進費ウェブサイト
<https://www.erca.go.jp/suishinhi/index.html>

2. G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合

2023年4月15日及び16日に、環境省は、経済産業省との共催により、「G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合」を北海道札幌市で開催しました。

G7気候・エネルギー・環境大臣会合は、G7サミット（首脳会合）に関連して開催される閣僚会合の一つで、サミットにおける議論の基礎ともなる重要な会合です。

ネットゼロ、循環経済、ネイチャーポジティブ経済を統合的に推進し、これらの対策のシナジーを追求することで、気候変動、生物多様性の損失、汚染の3つの世界的危機に加え、エネルギー危機、食糧安全保障、経済影響、健康への脅威にも対処することを確認しました。

会合では、西村明宏環境大臣が西村康稔経済産業大臣とともに共同議長を務め、コミュニケ（共同声明）及びその附属文書を採択しました。

参加国：

日本（G7議長国）、カナダ、欧州連合（EU）、フランス、ドイツ、イタリア、英国、アメリカ合衆国

招待国：

インド（G20議長国）、インドネシア（ASEAN議長国）、UAE（COP28議長国）

招待機関：

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）事務局、経済協力開発機構（OECD）、国際エネルギー機関（IEA）、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）、東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）、国際自然保護連合（IUCN）、持続可能な開発のための世界経済人会議（WBCSD）

概要：

○経済成長とエネルギー安全保障を確保しながら、ネットゼロ、循環経済、ネイチャーポジティブ経済の統合的な実現に向けたグリーントランスフォーメーションの重要性を共有。

○全ての部門・全ての主体の行動の必要性を確認。バリューチェーン全体の変革と、これに向けた情報開示等の企業の取組の重要性を共有。

○政府による率先行動。非政府主体（都市・地方自治体）

の行動を推進・支援。

○2040年までに追加的なプラスチック汚染をゼロにする野心に合意（大阪ブルー・オーシャン・ビジョンの2050年からの10年前倒し）。

○NDC（国が決定する貢献）及び長期戦略が1.5℃目標、2050年ネットゼロと整合していない国（特に主要経済国）に対し、排出削減目標の強化、2050年ネットゼロを呼びかけ。全ての分野、温室効果ガスを対象にすることを要請。

○締約国に対し、2025年までの世界全体排出量のピークアウト等へのコミットの呼びかけ。

○各国の事情に応じた多様な道筋を認識しつつ、それらがネットゼロという共通目標に繋がることを強調。

○安全性、エネルギー安全保障、経済効率性及び環境（S+3E）を同時に実現することの重要性を再確認。

○エネルギー安全保障、気候危機、地政学的リスクに一体として取り組むことにコミット。

○排出削減と経済成長の両立を実現するシステム変革の重要性を強調。

○産業の脱炭素化の重要性の再確認と具体的行動の共有。

会議詳細や成果文書を確認したい場合は、「環境省 G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合」のウェブサイトをご確認ください。

参考3：環境省 G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合
https://www.env.go.jp/earth/g7/2023_sapporo_emm/index.html

3. 脱炭素先行地域について

地域脱炭素は、我が国の2050年カーボンニュートラル目標達成のためには必要不可欠なものであり、また、脱炭素を成長の機会と捉える時代の地域の成長戦略として、地域の強みをいかした地域の課題解決や魅力と質の向上に貢献する機会となっています。

「地域脱炭素ロードマップ（2021年6月9日国・地方脱炭素実現会議決定）」及び「地球温暖化対策計画（2021年10月22日閣議決定）」に基づく施策の一つが脱炭素先行地域の実現です。脱炭素先行地域とは、2050年カーボンニュートラルに向けて、民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴うCO₂排出の実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の2030年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域であり、全国で脱炭素の取組を展開していくためのモデルとなる地域です。2025年度までに少なくとも100か所選定し、2030年度までに実現します。これにより、農村・漁村・山

村、離島、都市部の街区など多様な地域において、地域課題を同時解決し、地方創生に貢献します。

2023年4月に公表を行った第3回目の選定を含めてこれまでに、全国32都道府県83市町村の62提案が選定されました。第3回募集では、新たに以下の「重点選定モデル」を新設し、これらのモデルに該当する優れた提案を優先的に選定することとしました。

- ①関係省庁と連携した施策間連携
- ②複数の地方公共団体が連携した地域間連携
- ③地域版GXに貢献する取組
- ④民生部門の電力以外の温室効果ガス削減の取組

今回の選定では、関係省庁の支援策等を具体的に活用し、脱炭素事業と組み合わせることで、住民の暮らしの質の向上や農林水産業等の地域経済への裨益、より効果的なエネルギーマネジメントによる温室効果ガス削減効果の更なる向上といった相乗効果が期待できる提案を「施策間連携モデル」として5件を高く評価しました。

また、削減効果の大きな技術を導入することにより、当該技術の新たな需要を創出し、地域経済への貢献と経済成長につながることが期待できる提案を「地域版GXモデル」として2件を高く評価しました。

表2：重点選定モデルの一覧

①施策間連携モデル	
青森県佐井村	海ごみ×漁業振興×脱炭素
岩手県紫波町	農業振興×脱炭素
福島県会津若松市	デジタル×脱炭素
長野県小諸市	コンパクトシティ×脱炭素
高知県黒潮町	津波避難対策×脱炭素
③地域版GXモデル	
長野県生坂村	民間裨益型自営線マイクログリッド
高知県須崎市・日高村	民間裨益型自営線マイクログリッド

今後も、2025年度まで募集を予定しており、第4回募集は2023年8月頃を予定していますので、市街地、農村漁村、自然公園、離島など、多様な地域における先進性・モデル性のある積極的なご応募をお待ちしています。

参考4：環境省 脱炭素地域づくり支援サイト
<https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/>

＜支部だより＞

中国・四国支部

中国・四国支部の活動について報告します。

(支部事務局：徳島県立保健製薬環境センター)

1. 令和4年度 支部総会

(担当機関：広島県立総合技術研究所保健環境センター)

支部総会及び各部会（所長・企画部会、水環境部会、大気環境部会等）を、地方衛生研究所全国協議会中国四国支部会議と合同でWeb会議方式で開催した。

(1) 日時 令和4年5月19日～20日

(2) 内容

(ア) 支部長表彰 次の4名を表彰

大月 史彦 氏

(岡山県環境保健センター)

榎本 佳泰 氏

(広島県立総合技術研究所保健環境センター)

下尾 和歌子 氏

(山口県環境保健センター)

尾崎 宏実 氏

(徳島県立保健製薬環境センター)

(イ) 全体会議

支部長報告（高知県衛生環境研究所長）

次期開催機関挨拶

(ウ) 記念講演

「広島県におけるダニ類・蚊媒介感染症対策への取組について」

(エ) 特別講演

「瀬戸内海の水環境・生態系に影響を及ぼす栄養塩類・気候変動」

(オ) 部会

所長・企画部会

水環境部会

大気環境部会

微生物・疫学情報部会

理化学部会

2. 令和4年度 環境測定分析統一精度管理調査

中国・四国ブロック会議

(担当機関：徳島県立保健製薬環境センター)

(1) 日時 令和4年7月25日(Web開催)

(2) 内容 ・令和3年度環境測定分析統一精度管理調査結果について

・環境測定分析における留意点及び精度管理について

① 模擬排水試料

② 模擬水質試料

③ 模擬大気試料

・質疑応答

3. 第59回 水環境フォーラム山口

(担当機関：山口県環境保健センター)

(1) 日時 令和4年10月1日(ハイブリッド開催)

(2) 内容

(特別講演)

① 「河川からの栄養塩の流出負荷特性」

豊橋技術科学大学工学研究科

井上 隆信 氏

② 「山口県周辺海域での栄養塩等の長期変遷」

国立環境研究所地域環境保全領域

牧 秀明 氏

③ 「栄養塩循環から高次栄養段階生態系までを

取り扱う統合モデルの現状と課題」

愛媛大学沿岸環境科学研究センター

吉江 直樹 氏

(一般講演)

① 水環境への栄養塩排出を抑制する循環式養液栽培の検討

山口大学 佐合 悠貴 氏

② 硫酸還元菌を活用した食品廃棄物処理の開発

宇部工業高等専門学校 中野 陽一 氏

③ 山口県から北太平洋への海ゴミの移動

水産大学校 嶋田 陽一 氏

④ 山口県における海岸漂着危険物の実態調査と

対応方法に関する検討

山口県環境保健センター 下尾 和歌子 氏

⑤ 低高度UAVを用いた干潟上のカブトガニ幼生の検出

山口大学大学院 森岡 知大 氏

「全国環境研会誌」投稿規定

1 本誌は、全国環境研協議会の会員である環境研究機関の連絡を密にし、会員相互の研究成果の発表と交流、業務の情報交換等を図り、もって地域住民の健康の保護と生活環境の保全に寄与することを目的として、発行するものである。

したがって、その内容は、論説、総説、報文、資料、速報、ニュース、トピック等幅の広いものとする。

2 本誌への執筆者は、原則として本協議会会員機関の職員とする。

3 編集は、全国環境研会誌編集委員会で行う。編集委員会は事情により、執筆者に改稿を求め、また内容のいかんによっては原稿を受理しないことがある。

4 調査研究結果をとりまとめた論文（報文、資料、速報）は原則として、他誌に未発表のものとする。

5 報文および資料原稿は、次の要領および別に定める様式に従ってMicrosoft Word（バージョン2010以降）を用いて作成するものとする。

① 本文の文字数は1ページあたり、25文字×47行×2段組みとし、6ページ以内を原則とする。

ファイルのサイズは2MB以下になるよう、図や表を貼り付ける際にはファイルサイズを縮小する等工夫し、貼り付ける。

② 本文中の文字の書式は明朝文字（9.5pt、行間15pt、左揃え）を使用し、章節項については、ゴシック文字（10.5pt、行間12pt、段落前6.4pt、段落後0行）を使用する。本文と次の章の間は1行（15pt）空ける。

なお、編集委員会への提出は、電子メールまたは光ディスク（CDまたはDVDに限る）によって送付する。また、以下のものを別途ワード形式またはテキスト形式とし、あわせて提出する。

ア. 和文題名、著者名、所属機関名

イ. 英文題名、著者名、所属機関名

ウ. キーワード（5ワード程度、英文の場合は英文キーワードとする）

③ 文体は、ひらがな、漢字による口語体とし、現代かな遣いを用いる。

④ 漢字は常用漢字とする。ただし、固有名詞や学会で広く用いられている慣用の術語はこの限りでない。

⑤ 句読点は、カンマ（, ）、句点（. ）とし、中点（・）との区別を明確にし、全角を用いる。また、

行のはじめに配置させない。

⑥ 英字は半角を用いる。

⑦ 数字はアラビア数字を用い、半角とする。

⑧ 小数は0.123, 1.23×10^6 のように書き、 $\cdot 123$, $1.23 \cdot 10^6$ などは用いない。

⑨ 単位は原則としてSI 単位系に従って表記する。ただし容量単位はリットル（L）あるいは立方メートル（ m^3 ）を用いることを原則とする。

⑩ 単位および数値は2行にまたがらないこと。

⑪ 化学式は C_6H_5OH のように表し、 $C6H5OH$ としない。

⑫ 数式は原則として $\frac{a}{b}$, $\frac{a+b}{c+d}$, $e^{-\frac{E}{KT}}$ と記載するが、

文中に出てくるものは、 a/b , $(a+b)/(c+d)$, $\exp(-E/KT)$ のように記載する。

⑬ 文中の区分けは、ポイント・システムによる記号を用いて、大見出し、中見出し、小見出しなどを明記する。

〔例〕 1., 2., 3., 1.1, 1.2, 1.1.1, 1.1.2

⑭ 図および表は、図の下部に図番号および図題を記載し、表の上部に表番号および表題を記載する。必要に応じてファイルサイズを縮小して、貼り付ける。また、図表および文字・数字は明瞭に記載し、線の太さや字の大きさに留意する。

⑮ 図および表の番号と説明は、要旨が英文の場合、原則として説明も英文とし、図表番号および本文中の参照はFig.1, Table1のようにする。また、要旨が和文の場合には、図表番号および本文中の参照は図1, 表1のようにする。なお、写真も図として取扱い、番号は図の通し番号に従う。

⑯ 引用文献は、下記の凡例に準じ、論文の場合は著者名、論文名、雑誌名、巻、（号）、ページ、発行年の順に、単行本の場合は、著者、書名、引用ページ、発行所、発行所の所在地、発行年の順に記入する。編集者がいる場合には著者名、論文名、編集者名、書名、引用ページ、発行所、発行所の所在地、発行年の順に記入する。ウェブページの場合は、発信者名、題名、ウェブアドレス（最終アクセス日）の順に記入する。

著者が複数の場合は、間にカンマ（, ）を入れる。

著者名の後にコロン（:），論文名と雑誌名の間にピリオド（.）を入れ，その他の各項の間にすべてカンマ（,）を入れる。

発行年号は西暦を用い，「年」の字は入れない。

雑誌名は原則として，省略せずに記載する。ただし，省略が公式名となっている場合には，略称を使用してもよい。

巻（Vol.）は太文字とする。ページは通巻ページを記す。号（No.）ごとのページしかない場合には，巻の次に号を（ ）内に記す。また，英文雑誌名はイタリック体とする。

〔例〕

- 1) 藤村葉子，中島淳：小規模合併浄化槽の処理水性状と循環運転による窒素除去。水環境学会誌，**21**，33-38，1998
- 2) Flanagan W.P.：Biodegradation of dichloromethane in a granular activated carbon fluidized-bed reactor. *Water Environment Research*, **70**，60-66，1998
- 3) 太田久雄，長尾隆：公害と気象，p. 154，地人書館，東京，1974
- 4) Bames R.D.：Invertebrate Zoology, 4th Ed., p. 676, Holt-Saunders International, Tokyo, 1980
- 5) 日本化学会編：大気の化学，pp. 76-81，学会出版センター，東京，1990
- 6) Koss G., Koransky W: Pentachlorophenol in different species of vertebrates after administration of hexachlorobenzene and pentachlorophenol, pp. 131-137, Plenum Press, NewYork, 1978
- 7) 環境省：ジクロロメタンによる大気の汚染に係る環境基準について，<http://www.env.go.jp/hourei/01/000025.html>（2016. 5. 11アクセス）
- ⑰ 校正のために，原稿，図，表のコピーを手元に保管すること。
- ⑱ 本誌発行後の正誤訂正は，執筆者の申し出により次号に掲載する。
- ⑲ 原稿料，掲載料はともに無料とする。

6 論説，総説原稿の作成は，報文に準ずるが，原稿枚数は12ページ以内を原則とする。

7 速報，ニュース，トピックの原稿の作成は，報文に準ずるが，原稿枚数は2ページ以内を原則とする。

8 ニュース，トピック等の原稿の取扱いについては編集委員会において決定する。

9 投稿原稿の著作権に関する事項については，以下のとおりとする。

① 本誌に掲載された著作物の著作権，およびオンライン上で公開された著作物など電子的形態その他の媒体による利用も含めた包括的な著作権は本協議会に帰属する。本規定はすでに公刊された著作物についても適用する。

② 投稿に際しては，論文として掲載された場合に当該原稿の著作権が本協議会に帰属することを，著者全員が同意しているものとみなす。

③ 本協議会が所有する著作権を利用する場合には，本協議会の許諾を必要とする。ただし，著者自身による学術研究目的等での利用（著者自身による編集著作物への転載，掲載，オンラインによる公衆送信，複写して配布等を含む。）などの場合に限り，本協議会は無条件で許諾するものとし，著作者は本協議会に許諾申請をする必要はない。

なお，その利用に際してはその著作物が本協議会発行誌に掲載されたものであることを明記しなければならない。

10 以上の規定以外に必要事項が生じた場合には，広報部会においてその取扱いを決定し，特に重大な変更でない限り，そのまま，投稿規定に新項目として追加する。

（付則）

この規定は，平成20年7月8日から施行する。

（平成21年5月1日部分改訂）

（平成24年12月21日部分改訂）

（平成26年5月20日部分改訂）

（平成27年11月27日日部分改訂）

（平成28年5月26日部分改訂）

（平成29年5月31日部分改訂）

編集後記

今年度から2年間、広報部会長の事務を担当することとなりました北九州市保健環境研究所です。皆様に価値ある情報を届けられるよう精一杯努めますので、よろしくお願い致します。また、令和3、4年度にご担当頂いた福岡県環境創造センター様におかれましては、大変お世話になりました。

それでは、北九州市について簡単にご紹介いたします。北九州市は昭和38年に「門司市」、「小倉市」、「若松市」、「八幡市」、「戸畑市」の5市が合併して誕生し、今年市制60周年を迎えました。



本市は、かつては日本の四大工業地帯の1つとして、鉄鋼業を中心に重化学工業が発展し、日本の近代化・高度経済成長の牽引役を果たしてきました。しかし、産業の繁栄は、一方で激しい公害をもたらしました。1960年代、「ばい煙の空」と呼ばれた本市の大気汚染は国内最悪を記録、洞海湾は工場排水により「死の海」と化しました。この公害に対し、市民、企業、行政の一体となった取り組みにより、環境は急速に改善され、1980年代に

は、環境再生を果たした奇跡のまちとして国内外に紹介されるようになりました。

本研究所も公害対策に関する調査・研究活動を通じて、市民や行政などに対して科学的なデータを提供し、市民の健康被害の防止や公害問題の克服に貢献して参りました。一方、近年は、かつての公害問題のような地域固有の課題は減少し、気候変動適応や海洋プラスチック対策などの地球規模の問題がクローズアップされるようになってきました。

本研究所においても、今後、このような新たな課題に対してどのように関与していくべきなのか、大いに議論する必要があるものと考えております。

最後になりましたが、巻頭言を執筆していただいた福岡県衛生環境研究センター所長の村田様、特集の「各学会併設全環研集会・研究発表会」を担当していただいた石川県保健環境センター様、報文3編を投稿していただいた皆様、「環境省ニュース」を執筆していただいた環境省環境研究技術室様、「支部だより」を執筆していただいた徳島県立保健製薬環境センター様、お忙しいところご協力をいただき、ありがとうございました。また、全国各支部会員の皆様におかれましては、今後とも会誌への積極的な投稿についてご協力をお願いいたします。

(北九州市保健環境研究所)

令和5年度

全国環境研協議会広報部会

＜部会長＞ 北九州市保健環境研究所長
＜広報部会担当理事＞ 福岡県保健環境研究所長

季刊 全国環境研会誌 Vol.48 No.2(通巻167号)

Journal of Environmental Laboratories Association

2023年6月26日発行

発行 全国環境研協議会

編集 全国環境研会誌 編集委員会