

ISSN 2424-1083

季刊 全国環境研会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.49 No.1 2024 (通巻 170 号)



目 次

【巻頭言】

地域課題への対応と地方環境研究所間の連携について…………… 相原文枝 / 1

【特 集／第50回環境保全・公害防止研究発表会】

第50回環境保全・公害防止研究発表会の概要…………… 鳥取県衛生環境研究所 / 2
特別講演：「平時調査とつなぐ災害時環境調査の現状と展望」…………… 中島大介 / 9
各座長によるセッション報告…………… 織田雅浩・田中宏和・森明寛・田中仁志・
中込和徳・熊谷貴美代・成岡朋弘 / 25

【報 文】

大和川水系竜田川における河川緑色事案の原因究明について
…………… 浦西洋輔・高林泰斗・北岡洋平・平山可奈子・田原俊一郎 / 33
ATR-FT/IR法及び蛍光X線分析法を用いた絶縁油中の簡易PCB濃度推定手法の開発
…………… 濱脇亮次 / 37
基礎自治体における防災分野の気候変動適応推進に向けて
ー長野県内の事例に基づく課題と方策の検討ー…………… 大木洋平 / 41
公民連携による「豊かな海づくり」
ー鉄鋼スラグ製品による海域環境改善の実証と環境教育に向けた取り組みー
…………… 浦垣直子・小川義人・川村顕子・中里亜利咲・宮田康人・森玄・岩井健太郎 / 47
気象的要因に着目した大都市圏における冬季のPM_{2.5}高濃度事例の解析
…………… 長谷川就一・石井克巳・石原健・杉本恭利 / 53

C O N T E N T S

Green color incident in the Tatsuta River of the Yamato River System and its Source Pollutant	Yosuke URANISHI, Taito TAKABAYASHI, Yohei KITAOKA, Kanako HIRAYAMA, Syun-ichiro TAHARA	/ 33
Development of a Simple Method for Measuring PCB Concentration in Insulating Oil Using ATR-FT/IR and X-ray Fluorescence Spectrometry	Ryoji HAMAWAKI	/ 37
Towards the Development of Climate Change Adaptation in the Field of Disaster Risk Reduction in Municipalities – Reviews of Issues and Approaches Gained Through Case Studies within Nagano Prefecture –	Yohei OKI	/ 41
Creating a rich ocean” through public-private collaboration	Naoko URAGAKI, Yoshito OGAWA, Akiko KAWAMURA, Arisa NAKAZATO Yasuhito MIYATA, Gen MORI, Kentarou IWAI	/ 47
Analysis of PM _{2.5} pollution episodes in metropolitan areas in winter focusing on meteorological factors	Shuichi HASEGAWA, Katsumi ISHII, Ken ISHIHARA, Kiyotoshi SUGIMOTO	/ 53

◆巻頭言◆

地域課題への対応と地方環境研究所間の連携について

徳島県立保健製薬環境センター所長 相原文枝



元日に能登半島地震が発生し、令和6年は大きな試練の年明けとなりました。亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、ご遺族及び被災された皆様に心からお見舞い申し上げます。

令和5年度、令和6年度の2年間、全国環境協議会中国・四国支部の支部長を務めさせていただくことになりました、徳島県立保健製薬環境センターの相原です。本協議会の活動が充実するよう努めてまいりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

当センターは、昭和27年に設立された徳島県衛生研究所から昭和49年に独立し、「公害センター」として発足後、「保健環境センター」、「保健製薬環境センター」へと組織統合され、環境、薬事、保健衛生の調査研究、試験検査等を行う県内唯一の公的試験検査機関としての役割を担っています。

地域の環境行政を科学的・技術的に支える調査研究機関として、県内の大気汚染物質に関する調査研究や水・土壌等の環境管理に関する調査研究など、県民の皆様の健康を守り、豊かな環境の確保に関する課題に取り組んでいます。

大気環境担当では、国立環境研究所、各地方環境研究所とのⅡ型共同研究「光化学オキシダント等の変更要因解析を通じた地域汚染対策提言の試み」や大気中のアンモニア濃度・窒素沈着量など、水質環境担当では、Ⅱ型共同研究「海域における気候変動と貧酸素水塊（D0）/有機物（COD）/栄養塩に係る物質循環との関係に関する研究」や沿岸海域及び河川における栄養塩類の長期変動と現状に関する調査研究などを実施しています。

本県は、四国の東部に位置し、霊峰「剣山」、四国三郎と称される「吉野川」、「渦潮」で有名な鳴門海峡など、多様な自然に溢れる豊かな生態系、内海性の「播磨灘」、中間的な特性の「紀伊水道」、外洋性の「太平洋」という3つの豊かな海域を有しています。

令和3年6月の瀬戸内海環境保全特別措置法改正により、瀬戸内海関係府県の知事が、一部の海域へ栄養塩類の供給を可能とする「栄養塩類管理制度」が創設されました。

瀬戸内海では、気候変動による水温上昇や栄養塩類の減少などの環境変化による生物多様性・生産性への影響

が大きな課題となっており、湾・灘ごとの状況に応じた環境施策が求められています。

環境部局では、沿岸部に大きな下水処理場のない本県の実情に合った栄養塩類の供給策について実証実験を計画し、農林水産部局における藻類養殖漁場での施肥や品種改良などの取り組み、瀬戸内海関係府県との広域的な連携に努めているところです。

また、今年度改定予定の「第4次徳島県環境基本計画」では、美しい環境を守り継承しながらサステナブルな新しい暮らしの実現を目指し、「暮らしを『かえる』徳島県版GXの展開」、「全てが『めぐる』持続可能な循環型社会の構築」、「地域で『まもる』生物多様性の継承」という3つの重点戦略について、県民が主役となって進めることとしています。

こうした環境施策の推進に向け、地方環境研究所は、従来の地域に根ざした環境課題への貢献に加え、気候変動、化学物質対応（PFASなど）、資源循環、生物多様性の継承、危機事象対応など、多岐にわたる広域的な対応が求められています。

職員の異動サイクルが短く、人員、予算も厳しい中で、いかに高度な分析技術を維持し、分析精度を向上し、求められる調査研究を進めていくかは、多くの地方環境研究所に共通する課題であると思います。

環境調査研修所における集合研修や環境測定分析統一精度管理調査等を通じ、職員の資質向上を図るとともに、全国環境協議会の会員機関の皆様と協力し合いながら、様々な課題に尽力してまいりたいと思います。

また、国立環境研究所と地方環境研究所、地方環境研究所間等における研究者同士の交流が、環境研究の「面白さ」や「難しさ」、「奥深さ」を知る機会となり、視野・人脈を広げ、モチベーションの向上につながることを願っております。

常に時代のニーズや地域の実情を的確に捉え、多様化する環境問題の解決に向け、これまで以上に会員機関相互の連携を深め、取り組んでまいりたいと思いますので、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

＜特 集＞第50回環境保全・公害防止研究発表会

第50回環境保全・公害防止研究発表会の概要

鳥取県衛生環境研究所

令和5年11月16日（木）、17日（金）の2日間、環境省、全国環境研協議会及び鳥取県の共催による第50回環境保全・公害防止研究発表会が鳥取市のとりぎん文化会館（鳥取県民文化会館）で開催されました。

1日目は開会式、特別講演及び研究発表が行われ、2日目は引き続き研究発表、そして閉会式が行われました。

研究発表では、全国環境研協議会の会員から計33題の演題応募があり、水環境（11題）、生物（2題）、化学物質（2題）、廃棄物（4題）、大気（7題）、気候変動（3題）、放射線（2題）、その他（2題）の研究発表が行われました。2日間で会員及び行政機関等から延べ151名の参加があり、盛況のうちに終了しました。

1. 開会あいさつ

鳥取県衛生環境研究所の池山でございます。本日は第50回環境保全・公害防止研究発表会の開催にあたり、鳥取県に全国各地よりお集まりいただき、開催県事務局といたしまして、心より感謝申し上げます。

この研究発表会は、全国の環境関係の調査研究機関の皆様により日々の研究成果や事例を発表いただく場として、また、研究者相互の連携を図る場として、毎年開催させていただいております。

また、今回の特別講演では、国立環境研究所環境リスク・健康領域曝露影響計測研究室の中島大介室長様



（鳥取県衛生環境研究所長 池山 恒平）

から災害時等における環境調査方法に関するテーマでご講演いただきます。そして研究発表では、気候変動や水環境、大気といった7つのセッションで合計33題の発表が予定されております。

このような現地での対面での開催は、実に4年ぶりとなります。開催県といたしまして、皆様のご協力を得て、できる限りの準備をして参りました。ご参加の皆様により実りある発表会となりますよう努めて参りたいと思います。

それではこの2日間、熱心なご討論と一層の交流、そして研究発表の円滑な進行にもご協力をお願いいたしまして、ただいまより第50回環境保全・公害防止研究発表会を開催いたします。どうぞよろしくお願いいたします。



（A会場風景）



（B会場風景）

第50回環境保全・公害防止研究発表会プログラム概要

1日目（11月16日（木））

	とりぎん文化会館（鳥取県民文化会館） A会場（小ホール）
開会 (13:30～13:45)	☐ 開会あいさつ 鳥取県衛生環境研究所 池山 恒平 ☐ 主催者あいさつ 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 室長補佐 多賀 洋輔 全国環境研協議会長 村田 健 鳥取県生活環境部長 若松 紀樹
特別講演 (13:50～15:00)	☐ 演題：平時調査とつなぐ災害時環境調査の現状と展望 講師：中島 大介 （国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康領域 曝露影響計測研究室長） 座長：村田 健 （全国環境研協議会会長，福井県衛生環境研究センター所長）
研究発表 (15:10～16:10)	☐ 気候変動（15:10～15:55） ☐ その他（15:55～16:10）

2日目（11月17日（金））

	A会場（小ホール）	B会場（第1会議室）
研究発表 (9:20～10:35)	☐ 水環境Ⅰ（9:20～10:20） ☐ 生物Ⅰ（10:20～10:35）	☐ 大気Ⅰ（9:20～10:05） ☐ 放射線（10:05～10:35）
研究発表 (10:45～12:00)	☐ 水環境Ⅱ（10:45～11:45） ☐ 化学物質Ⅰ（11:45～12:00）	☐ 大気Ⅱ（10:45～11:45） ☐ 化学物質Ⅱ（11:45～12:00）
研究発表 (13:10～14:25)	☐ 水環境Ⅲ（13:10～13:55） ☐ 生物Ⅱ（13:55～14:10）	☐ 廃棄物（13:10～14:10） ☐ その他（14:10～14:25）
閉会 (14:35～14:50)	☐ 閉会あいさつ 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 室長補佐 多賀 洋輔 ☐ 次期開催機関あいさつ 奈良県景観・環境総合センター所長 小森 俊二 ☐ 開催県閉会あいさつ 鳥取県衛生環境研究所長 池山 恒平	

2. 主催者あいさつ

○ 環境省あいさつ

ただいまご紹介に預かりました，環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室の多賀と申します。室長の奥村に代わってご挨拶をさせていただきます。よろしくお願いいたします。

まず，久しぶりの現地開催となりました本日の会議，本会に全国からご参加いただきまして誠にありがとうございます。また，開催県事務局である鳥取県の皆様におかれましては，開催にあたりご尽力いただきまして感謝を申し上げます。



（環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室室長補佐 多賀 洋輔）

さて、各研究所の皆様におかれましては、各地域が直面する環境問題の解明や対策に極めて重要な役割を果たしていただいていると認識しており、皆様の日々のご尽力に関して深く敬意を表します。

今年も国内外で激しい異常気象や災害がございまして、被災された自治体の皆様には、この場を借りてお見舞いを申し上げます。

地球規模の気候変動に伴う異常気象の影響は、今後さらに大きくなっていくことが懸念されると思われます。気候変動への適応対策は、年々切迫している状況でございます。地域が気候変動によって、どのような影響を受けるかというのは、地域ごとに異なってくるかと思えます。そして、それぞれの地域における対策を検討することが必須ということになりまして、その知見の集積にあたりましては、地環研が果たす役割というのは大きなものということで考えております。

2018年に気候変動適応法が施行されましたが、その中においては、都道府県及び市町村は、その地域の気候変動適応に関する情報拠点である気候変動適応センターとしての機能を担うような体制を確保するように努めることとされております。

2023年11月現在ですけれども、都道府県で42、政令市で3、市区町村で16、合計61の地方公共団体にセンターを設置していただいているところです、誠にありがとうございます。こういった適応問題を始めとして、地域の環境問題を解決するために、地環研に担っていただく役割は非常に大きいものでございまして、環境省としても様々な方法でバックアップさせていただきたいと思っております。

本日と明日の発表会が、地環研の相互の議論、交流の場となりまして、地環研の取り組みの充実に繋がることを祈念いたしまして、ご挨拶とさせていただきます。どうぞ、よろしくお願いいたします。

○全国環境研協議会あいさつ

皆様こんにちは、ただいまご紹介いただきました、福井県衛生環境研究センターの村田でございます。今年度、全国環境研協議会会長を務めております。第50回環境保全・公害防止研究発表会の開会にあたり、全国環境研協議会を代表いたしまして、一言ご挨拶申し上げます。

本日は、環境省環境研究技術室多賀室長補佐様、鳥取県若松生活環境部長様には、ご多忙のところご臨席賜りまして誠にありがとうございます。また、国立環境研究所中島室長様には、特別講演をご快諾いただきまして本当にありがとうございます。

そして、全国地方環境研究所の皆様多数ご参加いた



（会長 福井県衛生環境研究センター所長 村田 健）

だきまして本当にありがとうございます。

まずは、この第50回環境保全・公害防止研究発表会がこうして対面で開催できることを心からうれしく思っております。鳥取県での開催にあたりまして、お世話をいただいております池山所長を始め、鳥取県衛生環境研究所の皆様、そして、鳥取県生活環境部の皆様には、事前準備から運営まで大変ご尽力いただいているところであり、深く感謝の意を述べさせていただきます。

集合形式での開催は令和元年に三重県で開催されました第46回大会から4年ぶりになります。感染予防対策のため、ウェブでの開催が続いておりましたが、新型コロナウイルス感染症が5類に移行し、皆様のご理解とご協力により、ようやく集合での開催が可能となりました。

本研究発表会は、環境保全や公害防止の分野における最新の研究成果を発表し、議論を交わすことのできる貴重な機会です。過去49回にわたり、数多くの優れた研究や取り組みが発表され、環境保全の進展に貢献して参りました。この節目の50回目の開催を迎えるにあたり、私たちはこれまでの成果を振り返り、さらなる飛躍と発展に向け、努力を続ける決意を新たにすると考えております。地球温暖化、自然破壊など、環境問題が深刻化しておりますが、私たちは諦めることなく、持続可能な未来を実現するため行動しなければなりません。

この研究発表会を通じて、皆様の研究成果や取り組みが社会に波及し、持続可能な社会を築くために一石を投じることを期待してやみません。

最後に、皆様にとって有意義な研究発表会となることを祈念して挨拶いたします。2日間、どうぞ、よろしくお願いいたします。

○鳥取県あいさつ



（鳥取県生活環境部長 若松 紀樹）

鳥取県生活環境部長の若松でございます。第50回環境保全・公害防止研究発表会の開催にあたり、開催県を代表しましてご挨拶を申し上げます。

本日は、環境省総合政策課環境研究技術室の多賀補佐を始め、国環研の中島室長様お忙しい中、特別講演をお引き受けいただきありがとうございます。

鳥取県は豊かな自然に恵まれており、この貴重な財産である自然環境を次世代に繋いでいくため、様々な取り組みを行ってきております。幾つかご紹介させていただきたいと思います。鳥取県といえば鳥取砂丘のイメージが一番強いかと思います。実際、本県が行いました全国に対するイメージ調査では、鳥取県と言われて連想されるものとして「砂丘」とお答えになった方が約8割も占める状況でございます。その砂丘ですが、砂丘地内にも実は草はたくさん生えてきます。放っておくと、どんどん伸びていきます。私も写真でしか見たことはないですが、かつて草原のような状態になっていた時期もございます。また、時には砂の上に大きな落書き、こうしたものを書かれることなどがあり、観光客の方に満足いただけるような状況を提供できていない、そういった場面もあったように伺っております。

こうしたことから、平成20年に「日本一の鳥取砂丘を守り育てる条例」を県で制定しました。鳥取砂丘の保全と再生に向けた取り組み、さらに利用者が守るべきルールなどを条例で規定したところでございます。現在では、砂丘地内での落書きなど、違反行為に対しては罰則が適用されることとなっております。

また、県内には大手飲料水メーカーの揚水施設も存在するなど、豊富な地下水が存在していることが分かっています。一方、近年全国的にですが、地下水の利用が増加し、枯渇に対する不安が高まる中、平成24年に「とっとり豊かな水で良質な地下水の保全及び持続的な利用に関する条例」を制定しまして、地下水の大切さを認識し、計画的に周囲に影響を与えない範囲での

採取を行うようにする等、地下水保全の対策に取り組んでいるところでございます。

また、本県は人口最小県で工業もそれほど発展しておりません。だからこそ、夜が暗く、県内どこでも天の川が見られます。そうした環境を守っていくために、平成29年に鳥取県星空保全条例を制定しました。

サーチライトなど、強い光を夜空に向けて発することを原則として禁止にするほか、特に星空環境が優れている地域を星空保全地域として指定し、屋外照明が夜空に影響を与えないような一定の基準を設けるなど、光害への取り組みを行うとともに、地域振興のための観光利用も推進しているところでございます。

市町村、企業団体、そして県民の皆さん、様々な方と共同して発展していただく、そうした持続可能な社会の創造を目指して取り組んでいるところでございます。

ここで折角の機会ですので、この場をお借りしまして当県のPRを少しさせていただきたいと思っております。

先ほども申し上げました、当県を代表する観光地の鳥取砂丘を含む山陰海岸エリアは、2010年からユネスコの世界ジオパークに認定されており、多彩で貴重な地形、地質の遺産が数多く存在します。また砂丘の近くには、砂を素材に作られた彫刻、砂像を楽しむことができる砂の美術館もあります。県中部には日本一危険な国宝とされる三徳山投入堂、また、名探偵コナンの作者の青山剛昌記念館、県西部には、海の見えるグレンデを有する大山。また、177体の妖怪オブジェが並ぶ境港水木しげるロードなどの観光地が存在するほか、皆生温泉や三朝温泉など、県内10ヶ所の温泉地がございます。また、観光地の他には肉質日本一に輝いた鳥取和牛や、今月6日に解禁となりました松葉がになど豊富な食材もございます。こうしたものを目当てに再び鳥取県を訪れていただければ幸いに思います。

本日はこの後、中島様にお願いしております特別講演に続きまして、気候変動、明日には水環境、大気環境、廃棄物等、様々な分野の研究成果についての発表が行われるよう伺っております。この発表会で皆様方の研究がより深まり、研究成果が各団体の施策に生かされ、環境問題解決の一助となることを期待します。

最後になりますが、今回の発表会が実り多いものになりますとともに、全国環境協議会のますますのご発展を心から祈念いたしまして、挨拶とさせていただきます。2日間、どうぞよろしくお願いいたします。

3. 特別講演

国立研究開発法人国立環境研究所環境リスク・健康領域曝露影響計測研究室長の中島大介先生により、

「平時調査とつなぐ災害時環境調査の現状と展望」と題して、特別講演が行われました。概要は後段に特集として掲載します。

4. 研究発表

研究発表は、33の演題について行われました。その概要は以下のとおりです。

(1) 1日目（とりぎん文化会館A会場）

○気候変動，その他（15:10～16:10）

座長：織田 雅浩（島根県保健環境科学研究所）

1A-1 積雪寒冷地における冬季の気候変動適応に関する研究

鈴木 啓明（北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所）ほか

1A-2 生物季節でみる気候変動による福島県内の動植物の変化について（サクラ編）

蛭田 真史（福島県環境創造センター）ほか

1A-3 長崎県における熱中症発生の地域特性の解析

横田 哲朗（長崎県環境保健研究センター）ほか

1A-4 川崎市の環境分野におけるナッジの活用についてー普及啓発に係るナッジの活用事例と職員への意識啓発の取組ー

安斎 英介（川崎市環境総合研究所）ほか

(2) 2日目（とりぎん文化会館A会場）

○水環境Ⅰ，生物Ⅰ（9:20～10:35）

座長：田中 宏和（福井県衛生環境研究センター）

2A1-1 ICP-MSを用いた自然由来および人為由来試料中の鉛同位体比の把握

城間 一哲（沖縄県衛生環境研究所）ほか

2A1-2 富山県内河川及び海域におけるMPsの実態調査結果について

大場 拓郎（富山県環境科学センター）ほか

2A1-3 大和川水系における河川マイクロプラスチック汚染の実態調査

平山 可奈子（奈良県景観・環境総合センター）ほか

2A1-4 水質事故時を想定した県内河川の平常時水質調査

眞崎 浩成（宮崎県衛生環境研究所）ほか

2A1-5 総合的水質影響評価手法の普及に向けた多様な水環境に対応した生物応答の活用

田中 仁志（埼玉県環境科学国際センター）ほか

○水環境Ⅱ，化学物質Ⅰ（10:45～12:00）

座長：森 明寛（鳥取県衛生環境研究所）

2A2-1 導水停止時における手賀沼の水質変動について

星野 武司（千葉県環境研究センター）ほか

2A2-2 降雨時における屋根排水中の硝酸イオンの測定

横山 新紀（千葉県環境研究センター）

2A2-3 河北潟における透明度変動要因の解析

金曾 将弘（石川県保健環境センター）ほか

2A2-4 琵琶湖における底層D0の状況把握ならびに底層水質との関係について

石崎 陽平（滋賀県琵琶湖環境科学研究所）ほか

2A2-5 石川県内における生活関連化学物質(PPCPs)の実態調査

下田 啓介（石川県保健環境センター）ほか

○水環境Ⅲ，生物Ⅱ（13:10～14:10）

座長：田中 仁志（埼玉県環境科学国際センター）

2A3-1 鳥取県の汽水湖における塩分環境に注目した植物プランクトンの変遷ー湖山池・東郷池の事例からー

森 明寛（鳥取県衛生環境研究所）ほか

2A3-2 池田湖における植物プランクトン調査

伊口 航平（鹿児島県環境保健センター）

2A3-3 野尻湖沿岸域における水草の復元に関する研究

新津 雅美（長野県環境保全研究所）ほか

2A3-4 太夫堀における水質・植物プランクトン調査結果ー魚斃死の対策に向けた基礎資料としてー

大畑 史江（名古屋市環境科学調査センター）ほか ※誌上発表に変更

(とりぎん文化会館B会場)

○大気Ⅰ，放射線（9:20～10:35）

座長：中込 和徳（長野県環境保全研究所）

2B1-1 光化学オキシダント高濃度時におけるPM_{2.5}二次有機マーカ成分の日内変動

熊谷 貴美代（群馬県衛生環境研究所）ほか

2B1-2 再帰型ニューラルネットワークを用いた光化学オキシダント当日濃度予測システムの開発

小田 祐一（静岡県環境衛生科学研究所）ほか

- 2B1-3 大阪府内における光化学オキシダント生成への寄与に着目したVOC濃度について
平松 まみ（（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所）ほか
- 2B1-4 簡易的な手法によるバックグラウンド空間線量率の評価
前川 暁洋（福島県環境創造センター）ほか
- 2B1-5 千葉県内における移動観測による空間放射線量率調査
上治 純子（千葉県環境研究センター）ほか

○大気Ⅱ，化学物質Ⅱ（10:45～12:00）

座長：熊谷 貴美代（群馬県衛生環境研究所）

- 2B2-1 福岡県における火山に起因する大気汚染物質濃度の上昇について
山本 重一（福岡県保健環境研究所）ほか
- 2B2-2 鳥取県等におけるPM_{2.5}への周辺発生源の寄与解析
山下 健（鳥取県衛生環境研究所）ほか
- 2B2-3 2021年3月末の黄砂事例におけるPM_{2.5}濃度上昇と視程悪化
中込 和徳（長野県環境保全研究所）ほか
- 2B2-4 東京都における大気中フロン類の濃度変動特性
齊藤 伸治（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）ほか
- 2B2-5 GC-HRMSを用いた大気中におけるベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤(BUVSs)の物質別，季節毎の濃度実態について
坂本 和暢（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）

○廃棄物，その他（13:10～14:25）

座長：成岡 朋弘（鳥取県衛生環境研究所）

- 2B3-1 埼玉県内の一般廃棄物最終処分場担当者の連携による課題解決に向けた取り組み
磯部 友護（埼玉県環境科学国際センター）ほか
- 2B3-2 管理型最終処分場からのフッ化物イオンの溶出挙動に関する考察
田中 宏和（福井県衛生環境研究センター）
- 2B3-3 N，N'-ジエチルパラフェニレンジアミン（DPD）を発色剤としたアスベスト迅速検出技術の開発
濱脇 亮次（広島県立総合技術研究所保健環境センター）

- 2B3-4 山口県における海岸漂着危険物の実態調査について
下尾 和歌子（山口県環境保健センター）ほか
- 2B3-5 干渉SARによる地盤沈下監視
八武崎 寿史（千葉県環境研究センター）

5. 閉会

環境省及び鳥取県から閉会の挨拶が，奈良県から次期開催機関としての挨拶がありました。

○環境省閉会あいさつ

環境省環境研究技術室の多賀でございます。皆様，2日間にわたりご出席いただきまして，誠にありがとうございます。演者，座長の皆様，そして今年度の事務局である鳥取県の皆様，ご尽力をいただき感謝を申し上げます。また，次年度主催の奈良県におかれましては，どうぞよろしくお願いいたします。

この2日間で様々な研究発表を拝聴させていただきました。水，大気関係や廃棄物関係，気候変動関係，生物関係など，多岐にわたる取り組みが各地域において実施されているところを確認させていただきまして，皆様の日々の努力に改めて敬意を表します。環境省としても，これらの取り組みについては，積極的に今後もサポートしていければと考えております。具体的にどのようなサポートがあるのか例を挙げさせていただきますが，まず一つ目は，環境調査研修所による研修です。ここ数年のところ，コロナによりほぼオンライン研修になっていたところですが，今年度から現場の研修も復活しております。ハイブリッド開催であったりはしますが，現実研修というものも段々と復活してきておりますので，こちらも積極にご活用いただければと思います。

二つ目としては，国環研を通じたサポートというのがございまして，国環研では地環研との共同研究を実施しております。また，気候変動適応センターですけれども，こちらの気候変動適応に関する取り組みについては，国環研が中心となって，各センターに技術的な助言を行うという役割を担っているところでございますので，国環研をぜひ活用していただければというところでございます。

そして三つ目，最後ですが，競争的研究費，いわゆる環境研究総合推進費でございますが，こちらは例年実施しておりまして，今年度の令和6年度に研究開始する課題の分ですけれども，9月，10月に公募を実施したところでございます。現在は応募を締め切りまして，審査を行っているところでございますが，いくつかの研

究所の皆様からも応募いただいたという話を伺っております。来年度以降も同様に推進費の公募を実施していく予定ですので、ぜひ御活用いただければと思います。

こうした支援ですが、引き続き環境省としても積極的に参りますので、皆様の取り組みがさらに発展するように強く期待するとともに、引き続き、地環研の皆様と環境省が緊密に連携していくことをお願い申し上げます。皆様、どうもありがとうございました。

○次期開催機関あいさつ



（奈良県景観・環境総合センター所長 小森 俊二）

次期開催県となります、奈良県景観・環境総合センターの小森でございます。皆様、2日間の研究発表会、大変お疲れ様でした。また、鳥取県衛生環境研究所の池山所長様を始め、鳥取県の職員の皆様、関係者の皆様におかれましては、この研究発表会の準備、運営にご尽力いただき、心より御礼申し上げます。

さて、来年の第51回環境保全・公害防止研究発表会は、奈良県で開催させていただくことになりました。開催日と開催場所につきましては、令和6年11月14日、木曜日から翌15日金曜日にかけまして、奈良県橿原市にある奈良県社会福祉総合センターにて、今年度と同様に現地開催を予定しております。有意義な研究発表会となるよう、職員一同で心から歓迎させていただきたいと思っております。

奈良県は豊かな自然に恵まれ、修学旅行で来られた方も多いかと思いますが、大仏で有名な東大寺、世界遺産にも登録されている法隆寺など、日本の歴史や文化を象徴するような観光地が数多くございます。また、会場の近くには、日本書紀にも記されている初代

天皇とされている神武天皇を祀っている橿原神宮や飛鳥時代の史跡や古墳を多く残す明日香村などもございますので、紅葉が美しいこの時期にぜひ、古都奈良の雰囲気味わいに訪れていただければと思います。

最後になりますが、そのような古都奈良において開催させていただく、第51回環境保全・公害防止研究発表会に多くの皆様がご参加していただきますようお願いを申し上げて、次期開催県の挨拶とさせていただきます。ありがとうございます。

○開催県閉会あいさつ

鳥取県生環境研究所の池山でございます。皆様、2日間にわたり大変お疲れ様でございました。皆様のご協力により、この研究発表会も無事に終了を迎えることができました。

環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室の多賀室長補佐様、全国環境研協議会の村田会長様、そして、特別講演でご講演いただきました中島室長様、また発表者の皆様、座長の皆様、さらに最後まで熱心なご討議をいただきました参加者の皆様に対しまして、心から御礼申し上げます。この研究発表会で得られた成果をお持ち帰りいただき、今後の調査研究のますますの発展につなげていただければ幸いに存じます。

余談ではございますが、鳥取県は全国のブランド牛のルーツと言われております鳥取和牛や、全国的にも珍しい牛の骨のスープを使った牛骨ラーメン。そして、山陰の冬の味覚の王様と言われております松葉がにがございます。その他、ユネスコ世界ジオパークの見どころの一つであります鳥取砂丘や、国宝三徳山投入堂、さらにゲゲゲの鬼太郎、名探偵コナンといった漫画コンテンツなど観光スポットもたくさんございます。ぜひ、お帰りの前にお立ち寄りいただき、お楽しみいただければと考えております。

先ほど奈良県景観・環境総合センターの小森所長様よりご挨拶がありまして、来年の開催は奈良県となっております。また多くの方にお集まりいただき、この研究発表会がますます発展していくことを心より祈念しております。

それでは、以上を持ちまして、第50回環境保全・公害防止研究発表会を閉会いたします。2日間ありがとうございました。気をつけてお帰りください。

<特集>第50回環境保全・公害防止研究発表会

特別講演：「平時調査とつなぐ災害時環境調査の現状と展望」

中 島 大 介

(国立研究開発法人国立環境研究所環境リスク・健康領域曝露影響計測研究室長)

座長 村 田 健

(全国環境研協議会長：福井県衛生環境研究センター所長)



1. はじめに

私は、国環研に入っているいろいろなことをやってきましたが、東日本大震災が2011年にあって、それ以降災害に関係する仕事をやってきました。今日は、全力で走ってきたこの十数年を少し振り返って、災害時の環境調査の現状と展望という話をしたいと思います。これまで、災害時に使える網羅分析法の開発をしてきましたが、最近になって「災害の時に特別な手法を使う」とか「災害の時はこうするのだ」というだけでは駄目だと思いはじめました。

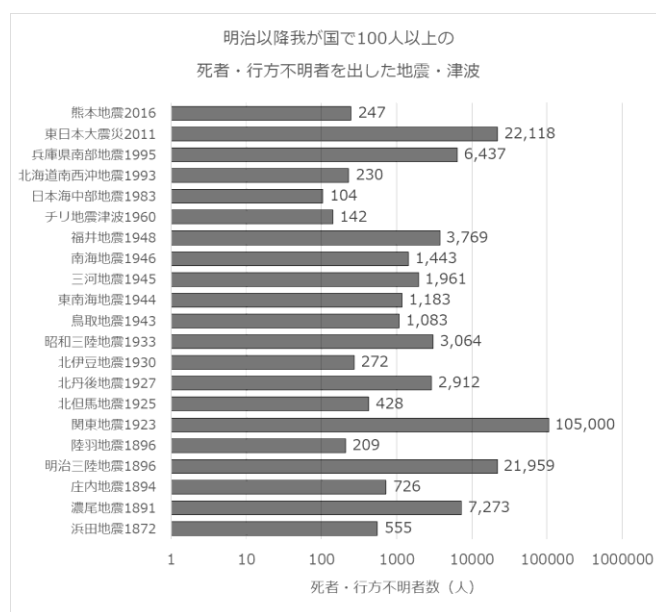
例えば、火事の時に消火器をどうやって使うか？消火器を使った事がない人も多いはずですよね。そうすると、定期的にトレーニングをしなければいけません。でもトレーニングというのは大体身が入らないですよね。

災害が起きた時に、「災害用の分析法ってなんだっけ？」と言ってマニュアルを開いているようでは役に立たないのです。日頃から使っているローテクのものしか緊急時には使えない。

だから、これまでⅡ型共同研究で地環研の方達と一生懸命作ってきた災害時の環境調査の方法や体制をローテクに落とし込みたいと最近思うようになり、「平時調査とつなぐ」ということをキーワードにしています。後半にそういう話をさせていただきたいと思います。

この図は我が国における地震災害の歴史（明治以降）で、死者と行方不明者数の数が圧倒的に多いのは関東大震災で10万5000人。その次が東日本大震災で約2万2000人です。グラフに書いてみると100人以上の死者・行方不明者が出るような地震は頻繁にあるのですね。

大きな地震や大災害を大体人は一生に1回ぐらい経験するのだなと最近思うようになりました。人によっては2回ある人もいる。決して他人事ではなくて、災害に対する備えというのは忘れがちけど、必ず役に立つと思います。



環境省が、令和4年3月に、「地方公共団体環境部局における化学物質に係る災害事故対応マニュアル策定の手引き」という、自治体が災害時に化学物質対策をとるためのマニュアルを作るための手引きを、13年ぶりに改定しました。

東日本大震災が終わった後に我々が地方環境研究所や地方自治体にアンケートを取って、「このマニュアル（マニュアル策定の手引き）を知っていますか？」と訊くと中核市や特例市では半分ぐらい知らなかった。また、これ（環境省の手引き）に従ってマニュアルを作っているところ（自治体）も2～3割ぐらいだったのですが。それ（マニュアル策定の手引き）がやっと改定になりました。この改定の中身も少し今日はお話をしたいと思います。

今日の内容は以下の4点です。

- 近年の事故・災害における化学物質漏洩事例
- 事故・災害時における化学物質環境モニタリング

の現状

- 災害時環境モニタリング体制の構築に向けた技術的課題

- 災害時環境モニタリングの技術を平時に活かす

最初に近年の事故災害における化学物質の漏えいの事例をちょっと言います。

現状、それから体制の構築に向けた技術的な課題について、ここではⅡ型共同研究でやってきた少し技術的な話をします。化学（ばけがく）系の話です。

最後に、それを平時に活かしていく取り組みについて紹介をしたいと思います。

2. 近年の事故・災害における化学物質漏洩事例

まず、近年の事故災害の化学物質の漏えい事例です。

もう10年以上前になりますが、東日本大震災の時は、日本中が原発の事故と放射線量、廃棄物の問題で右往左往していて、化学物質のことをほとんどの人は気にしていませんでした。国環研の中も同じで、被災地で化学物質がどうなっているのか、アスベストがどうなっているのか等、初動の段階でそれらを担当する人がいなかったのです。

それをたまたま我々がやったのですが、記録は少し残っていて、劇物または毒物の流出事故件数というのが、県別に出ています。報告はあまり多くないですが、農薬やフッ化水素酸が流出したとか、劇物の水酸化ナトリウムが3500Lとか、いろいろな報告があります。



毒物または劇物等の流出事故件数

	調査対象	流出あり	なし	不明その他
北海道	1	1	0	0
岩手	52	27	6	14
宮城	649	14	588	47
秋田	14	4		
福島	85	3	69	13

流出事例

- ・ **アクリルアミド** 400kg×1袋
- ・ ホームセンターから農薬類が各種流出
- ・ 農協の建物が全壊、**農薬類**流出（ダイシストン、ダイアジノン、テゾレート他）
- ・ 商社の建物が全壊、NaOH、KOH、HClが流出
- ・ **保管庫**ごとなくなった。中にKCN 2～3本、Na₂S₂O₃約10本、その他数種類
- ・ 高純度**フッ化水素酸**50% 25kg
- ・ ジクロロボス 500mL2本
- ・ アンモニア
- ・ 25%**NaOH** 3,500 L
- ・ メタノール 200 L

<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2/94520000014j3-at/2/94520000014mcc.pdf>

6

2018年の西日本豪雨の時はアルミ工場で爆発事故がありました。皆さん覚えていると思います。その豪雨の時には、劇物の流出の事故もありました。

LPガスのボンベも頻繁によく流れていますし、毒劇物の保管庫ごと水没してしまうことや、調剤薬局の薬が流れてしまった等、そういうことは比較적입니다。

その他、つくばの研究所の近くであった雑品スクラップの事故（火災）の例です。これは、2019年5月15日か

ら27日までずっと燃え続けて、煙がもくもくと出ている火災です。これは地震や雨（豪雨）によるものでもなく、火災の事例です。この煙が近隣に飛んでいて心配されたということで我々も河川水の調査や大気の調査をしました。



ベンゼンの許容濃度はリスクレベル10⁴として0.1 ppm (約 0.3 mg/m³)
日本環境化学会 緊急時モニタリング実施設計では、ベンゼンの緊急時A基準を0.4 mg/m³としている

9

この時には常総市が大気中のベンゼン等の環境基準のあるものの測定をしてホームページに公表しています。

僕はこのホームページをすごいなと思って見ています。環境基準値と測定濃度が出ていて、ここのベンゼンの濃度 (0.032mg/m³) が環境基準値 (0.003mg/m³) の10倍超えているのです。しかし「健康に影響はありません」と書いてあった。このセンスは素晴らしいと思っています。



➢ 経緯

- ・ 2019.10.17 J-オイルミルズは静岡事業所の薬物保管庫から病害虫駆除に用いる農薬（フミトキシ）1kgボトル3本を紛失と発表
- ・ 台風通過後、保管庫の扉が壊れており、紛失を発見
- ・ リン化アルミニウムは水と反応して**ホスフィン**（リン化水素）を発生
- ・ 極めて毒性が高く（許容量 0.3 ppm）、吸入すると肺水腫や昏睡状態に陥る。



11

日本には化学物質が漏えいした場合等の緊急時に、「幾つまでだったら大丈夫」とは言わないけれど、引用すべき基準がないのです。環境基準値しか「線（基準）」が無い。環境基準というのは、「一生涯かけてその濃度を暴露したときにどうか」という基準なので、その基準を下回っていれば当然問題無いけれど、上回ったときにどう評価するかという問題が未解決です。そうす

復興の手助けをするファーストレスポnderやボランティアの方の安全を担保するという意味合いがあると思っています。

災害があった現地に真っ先に行って、化学物質を調べるだけ調べて、今のところ何も問題がないということをも真っ先に公表してあげれば、安心して現地にサポートに行ける。

それは復興を手助けすることになるし、加速することになる。だから、災害があったときに、何も無いのだったら、無いということ公表するのは早いほうがいい。というのが我々の考え方で、やってきています。

3. 事故・災害時における化学物質環境モニタリングの現状

事故・災害時の化学物質環境モニタリングの現状について少しお話をしたいと思います。

環境省さんが来ている前でこの話をするのはあまり気が進みませんが、これは、東日本大震災の時の環境省の文書です。大気モニタリング調査結果の一部公表文書で試料採取の年月日が、5月28日から6月19日と書いてあります。測定した30地点すべてにおいて常時監視対象物質の濃度が環境基準値以下であったと書いてあります。

東日本大震災は3月11日です。サンプリングしたのは5月28日です。2ヶ月以上経って、現地の大気を測って、揮発性有機化合物の濃度が環境基準値以下だった、という報告です。確かに5月28日は大丈夫だったと思います。では発災直後はどうだったのか？判らないのです。誰も測っていないのですから。

大気常時監視の装置は壊れている。信号も壊れている。我々が現地に入った時は信号機全部壊れていて、警察官が道に立って、交通整理をしている状況で、当然、大気常時監視のモニタリングシステムは壊れている。そんな時に、たくさんの人が全国から現地に入って応援をしていた。

その時の現地の大気はどうだったのか誰も知らない。データが無いのです。知らないからみんな現地に入るけど、もし何かあったらどうするのかと思うわけです。

国環研に宮城県から調査の依頼文を出してもらったのが5月11日です。5月11日にこの依頼文が出るまで我々は現地に入れなかった。震災直後から県と環境省と調整をして、いろんな文書をやり取りして、やっと2ヶ月経ってこの文書が出てきた。

さてこれは、アメリカのハリケーンカトリナ襲来時の写真です。2005年です。東日本大震災の5年以上前ですけど、8月25日にハリケーンが発生して、熱帯低気圧になったのが30日です。翌日には、E P Aの職員はサンプリングに現地に入っています。



2005年8月25日ハリケーン発生、25日フロリダ上陸、29日ルイジアナ州再上陸、30日熱帯低気圧に。31日EPAスタッフ現地入り、9月2日105億ドル、3日518億ドルの復興補正予算成立

写真に写っている場所は、川じゃなくて道路、高速道路です。洪水があって、そこにボートを出して、水の調査をやっている。翌日です。一方、日本は2ヶ月かけて判子（公印付きの依頼文書）を発出してもらった。

ERL: 米国緊急環境調査研究機関ネットワーク Environmental Response Laboratory Network

緊急時環境調査のために、EPA によって設立された米国内の研究機関連携ネットワーク

- ✓ 公的試験機関と認定民間研究機関
- ✓ EPA とそれぞれ契約し、費用は 後日 EPA から
- ✓ 飲料水、放射性物質、生物学、化学物質の 4 重点分野
- ✓ 研修、訓練、能力開発 (capacity building)
- ✓ 現地調整官、行政の意思決定を支援



<https://www.epa.gov/emergency-response/environmental-response-laboratory-network>

https://response.epa.gov/site/doc_list.aspx?site_id=2107&category=Mobile%20Laboratory

この違いは何かということはこの十年間言ってきた、今では環境省さん、安全課（環境安全課）さんにも技術室（環境研究技術室）さんにも大変迅速に対応していただけになって、状況が激変しています。

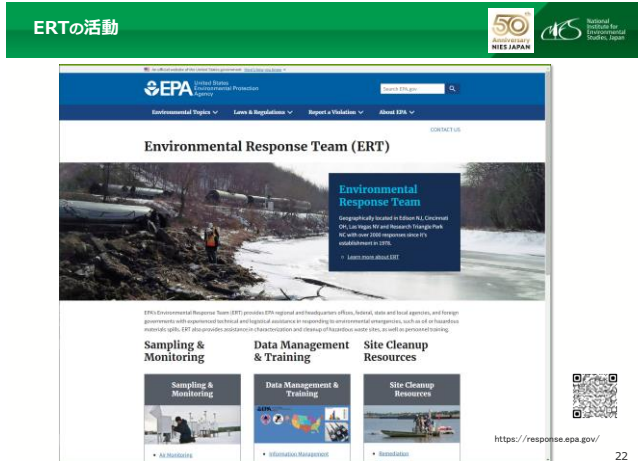
米国緊急環境調査チーム

(Environmental Response Team: ERT)

- 1978 年創設、現地調整官を支援
- 有害化学物質漏洩時に 24 時間態勢で科学的・技術的支援を行う
- 緊急時指令車両、移動実験室を 3 拠点到複数台
- 緊急事態発生時から一両日中に出勤
- GPS 搭載微量大気ガス分析器 (Trace Atmospheric Gas Analyzer: TAGA)
- 潜水チーム、放射線測定も
- 多媒体試料採取、分析、モニタリング、石油組成分析、浄化技術、安全衛生支援、データ管理 (SCRIBE)、遠隔モニタリング (VIPER) など



アメリカのEPA（米国環境保護庁：Environmental Protection Agency）は、ERT（Environmental Response Team）という災害時の化学物質のサーベイをする特殊なチームを持っています。それがそのホームページですけれども、アメリカで列車の事故が去年ありましたけども、その時も現地に行き、調査をしています。



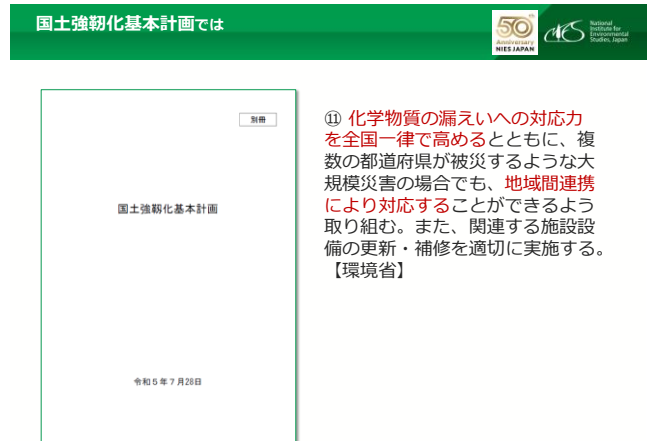
そこは1978年に創設されていて、「現地調整官」というコーディネーターがいるのですが、その人たちを支援する仕組みがあります。

トラックやトレーラーに分析機器を積んで現地に行くような体制を持っています。これが車で行くもの、それから潜水チームがあったり飛行機があったり、徹底的に化学物質のサーベイができるような仕組みを持っています。私もこのEPAのERTの拠点を訪問してメンバーとお話をしてきました。今から10年ぐらい前にいろんなものを見せてもらって、格が違うなという感じがしています。

ここで、EPAメソッドというものがありますけれども、このERTのSOP（Standard Operation Procedures：標準作業手順書）があるのですね。それがホームページに掲載されていて、「災害時にはこのSOPに従ってやりましょう」ということがリスト化されていて検索できるようになっています。米国ではこういう状態になっていて、一方の日本では今でも、チームも無ければ、メソッドも無いというような状況です。

米国のこの体制を支えているのが「Environmental Response Laboratory Network：Eラーン」というネットワークがあります。これには公的機関だけではなくて民間も含めてたくさんのラボが登録されていて、このラボはどんなサンプルを何検体受け入れて、何を測れますということも全部登録されています。

責任者がバーッとデータベース検索をして、この地点でこれを何検体とって、この機関にこう割り振って測



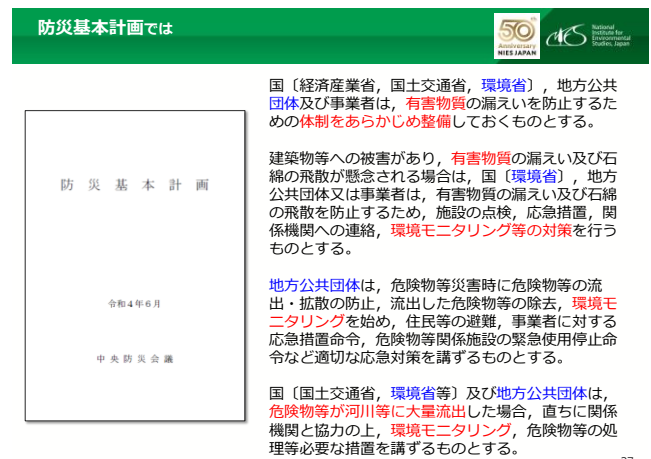
⑪ 化学物質の漏えいへの対応力を全国一律で高めるとともに、複数の都道府県が被災するような大規模災害の場合でも、**地域間連携により対応**することができるよう取り組む。また、関連する施設設備の更新・補修を適切に実施する。【環境省】

定させてデータをさっと集めるというようなことが、すぐできるようなデータベースができています。

これらラボでは訓練や研修を日常的にやっていて、もう体制ががっちりできているということです。

では、日本ではどうなっているのでしょうか。

基本文書を見ると「防災基本計画」というのがあって、これは令和4年版ですけど、「環境省は有害物質の漏えい防止するための体制をあらかじめ整備しておく」とか、「有害物質の漏えいや石綿の飛散が懸念される場合は環境モニタリング等の対策を行うものとする」と防災基本計画に書いてあります。



国（経済産業省、国土交通省、**環境省**）、地方公共団体及び事業者は、**有害物質の漏えい**を防止するための**体制をあらかじめ整備**しておくものとする。

建築物等への被害があり、**有害物質の漏えい**及び石綿の飛散が懸念される場合は、国（**環境省**）、地方公共団体又は事業者は、**有害物質の漏えい**及び石綿の飛散を防止するため、施設の点検、**応急措置**、関係機関への連絡、**環境モニタリング等の対策**を行うものとする。

地方公共団体は、危険物等災害時に危険物等の流出・拡散の防止、流出した危険物等の除去、**環境モニタリング**を始め、住民等の避難、事業者に対する応急措置命令、危険物等関係施設の緊急使用停止命令など適切な応急対策を講ずるものとする。

国（国土交通省、**環境省**等）及び**地方公共団体**は、**危険物等が河川等に大量流出**した場合、直ちに関係機関と協力の上、**環境モニタリング**、危険物等の処理等必要な措置を講ずるものとする。

「有害物質の漏えいが懸念される場合に環境モニタリングの対策を行う」というけれども、やれと言われたら、誰がどうやってどの予算でやるのか？どうでしょう。「地方公共団体は、環境モニタリングをはじめ、応急対策を講ずるものとする。」とありますが、できますか？

「環境省及び地方公共団体は、危険物等が河川等に大量流出した場合、環境モニタリング等必要な措置をるも

のとする。」と防災基本計画に書いてあります。

これを地方の防災基本計画、地域防災計画に反映していますか？全国の地域防災計画を見ているんですけども、有害物質の漏えいに対する具体的な事が書かれているのは幾つかの都市のものに限られているのが実情です。

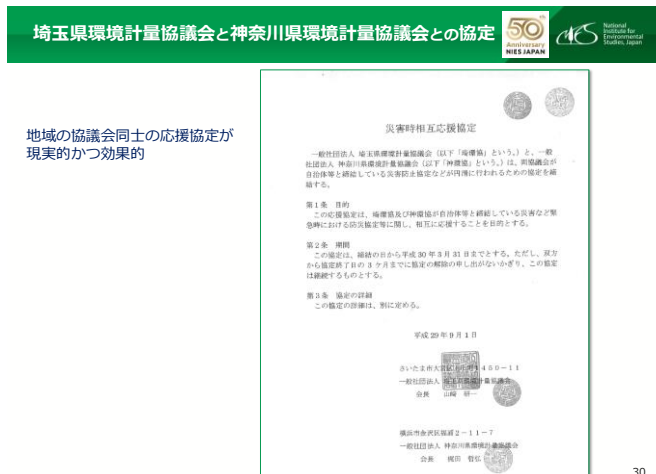
国土強靱化基本計画の方では、「化学物質の漏えいへの対応力を全国一律で高める」と今回書かれています。全国一律で、「地域間連携により対応することができるように取り組む」と、令和5年7月、できたばかりですけど、担当は環境省と書いてあります。

これは結構、踏み込んだ表現だなと思っていて、この後、地方公共団体は、全国一律で対応力を高める必要があると感じています。

具体的にどうするかというと、これは、神奈川県为例です。平成29年ですが、災害時の有害化学物質の調査体制強化するために、自前でやりきれない部分は民間にお願いするという協定を結んでいます。

これより前に、横浜市等、先行事例はいくつもありましたが、たまたま平成29年のニュースをここには持っています。

神奈川県の担当者が私のところに電話してきて、「今度こういうことやるのです」と言われたんですけど、「神奈川県さんが、神奈川県の分析協会（民間の分析機関の協会）と協定を結んでも意味ないですよ」とその場で言ったのです。「神奈川県（の機関）が被災するときは、神奈川県（県内）の測定協会の構成機関も被災しているから、どっちもできないということが起きます。だから、神奈川県さんは西日本等全然違う場所の協会と協定を結ぶ方が良いじゃないですか」と。



30

すると、それはできませんと仰っていました。さすがに地元を差し置いて全然違うところと協定するのは難しいと仰っていて。結局どうなったかというと、民間の分析機関の協会の、神奈川の協会が埼玉県の協会と協定を結んだ。これが連鎖していくと、神奈川県が測定しな

やいけない時、神奈川県の測定を協定により、他の地域の協会にお願いすることができる。この体制が現実的かなと私は今思っています。今、神奈川と埼玉ですけど、もう少しこれが連鎖していく、もっと遠いところまで広がっていくとか全国レベルの協定ができることになると思います。



31

愛知県も、県と協会の協定があり、それを使った災害想定訓練が行われています。最近行われたようなので、来年（2024年）1月のⅡ型共同研究の会議で情報を教えてもらおうと思っているのですが、こういう訓練を、自治体で行われてきています。

アスベストに関して、環境省の関東地方事務所が、環境省本省に先駆けて、アスベストの測定について国立環境研究所とアスベストの協会と関東の自治体とで協定を結んでいて、災害時にはアスベスト測定の応援ができるようになっています。



32

熊本地震があったときに、熊本ではいろいろな多くの建物が倒壊していて解体作業が発生しました。その時にアスベストの飛散状況をモニタリングしなければいけないけど、件数が沢山あるので、全国から応援できないかという話があったのです。ちょうど私が熊本地震の現場に入っている時に私の携帯に電話がかかってきて、I

型かⅡ型の地環研との共同研究の枠組みの中でアスベスト測定への応援ができないかという打診がありましたが、「それはできません」と回答しました。

実際その時は、埼玉県さんが熊本からの依頼を受けて応援を出してくださったのですが、そのときの反省から事前に協定を結んでおこうというものです。

今は関東だけだと思うのですが、全国的に広がっていく可能性があるということ、これが大気汚染防止法の規制項目となるアスベストを対象にしていることから、環境省さんとしてはおそらくアスベストだけではなく、それ以外の大気汚染防止法とか水質汚濁防止法の規制項目についても同じような枠組みを作るための、地ならしになるのではないかなと私は思っています。

ざっと見てきましたけども、アメリカの例では、国がERTというチームを作っていて、そこがSOPやハードを持っていて人もいて、現地に行くと、ラボも全部統合されていて体制ができていますが、その同じ体制を日本に作ることは、この10年間見てきた感じだと、なかなか難しい。おそらく法改正が必要です。

今の体制でも法改正が必要だと思いますが、今現実的なのは、やはり自治体本庁が測定に関して指示を出して、地方環境研究所が第一義的に動く、それを受けて、協定を結んだ民間企業をサポートしながら、現地を支えていくことではないかと思います。必要に応じて、地環研同士の横の連携でサポートしていくことが望ましいでしょう。

熊本地震の時は、熊本県で採取したサンプルを他県に測定してもらおうと思ったら、待ったがかかったのです。それは当然で、なぜ他の自治体のサンプルを人的資源や予算を使って測定しなければいけないのだ？という事になりますね。

当時は何の事前のすり合わせも無かったので、当然そうなる。それが行政の枠組みだと思うのですが、事前に災害時の応援協定を結んでおけば、迅速に応援ができる。

実際には地方環境研究所同士の応援協定はほとんど無いのですが、鳥取県さんとか地方衛生研究所も持っているところは、地方衛生研究所同士の応援協定が存在していることはよくご存知かと思います。協定を結んであって、何かあったときに地衛研同士が応援し合う枠組みがあります。

地方環境研究所の枠組みではまだそれが無い。言い続けて10年ですが、まだできていません。

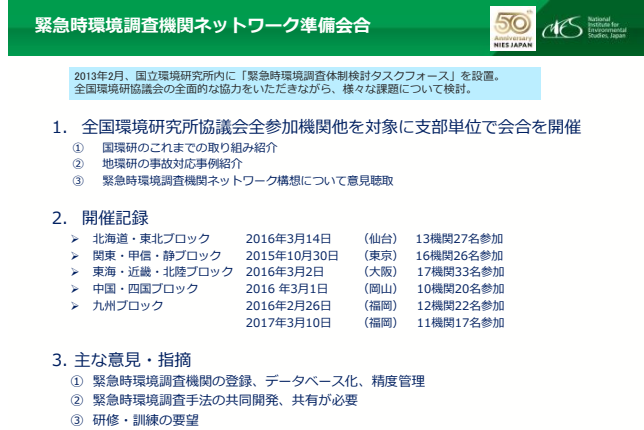
災害時に現地をサポートするチームとして皆さんよくご存知なものに、DMATがあります。DMATも阪神淡路大震災の反省を受けて作られたものです。

元々国が動いたわけではなくて、東京都が先に動い

て、そして、それを全国版に広げていったというのが実際です。このDMATに近い組織を日本に作りたいと思っています。ただ、実際には、地環研の枠組みの中でやっていくのが今のところ現実的だと思います。



その検討として、実は2013年の2月に国立環境研究所の中に、「緊急時環境調査体制の検討タスクフォース」を作ったのが始まりです。このタスクフォースでは、全環研さん（全国環境研協議会）に全面的に協力いただくという理解を取り付けて、全環研さんの各地方環境研究所が持っている事故事例のアンケートであるとか、現状はどうしているかという事を調査させていただきました。



2014年の4月に、当時の会長県だった秋田県健康環境センターに行って所長に協力をお願いしたところ、ご快諾いただいた。それからしばらくずっと、例えば、全環研に入っている自治体全部にお声掛けし、ブロック会議を開いて、災害時にどういう問題があるか？何がして欲しいか？必要なものは何か？というようなことを、議論してきました。

いろんなことを言われました。「そんなこと言うけど簡単じゃないよ」とか、「国が法改正してくれたらそんなの簡単だ」とかいようなことを。行政との関わりとか、相互応援の協定をやれとかです。

簡易分析法を作ってくれとか、事例の共有をしてくれ、地環研の役割を明確化してくれとか、予算の協議をどうするのだとか。外部委託が進んでいて地環研そのものに分析技術が残ってないとか、いろんなことを言われ、実情を知ることができました。これを踏まえて、国環研に何ができるのかということを考えてきたのが2015年以降、15、16年以降だと思います。

この有害物質の漏えい対策、漏えい事故の対策の研修をやってくれとか、未知物質の分析方法や漏えい流出した物質の解明に関する研修をやってくれなどの当時の要望が、これまでの活動を支えてきました。

緊急時環境調査機関ネットワーク準備会合での主な意見・指摘

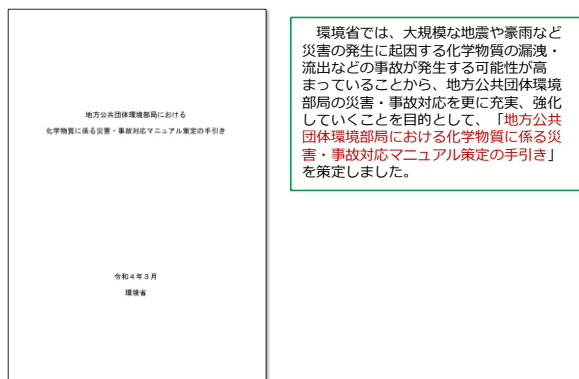
- 行政との関わり
「健康危機発生時における衛生研究所等の相互応援に関する協定」等を参考に、自治体を越えた分析依頼のロジ・予算を整理
- 緊急時環境調査機関の登録、データベース化、精度管理
民間機関との連携に関する先行事例を参考にすべき／分析精度の担保が必要／緊急時の基準値が必要
- ネットワークへの期待
分析法情報や標準品の共有／分析にかかる相談窓口の創設／簡易分析法の開発・共有／合同技術セミナー・合宿
- 緊急時環境調査手法の共同開発、共有
分析法を共有しても、機関の所有装置により限界がある／サンプルの移送輸送方法を検討／不適切な情報共有がされないような精査の仕組み／分析事例や解決事例の共有を希望
- 緊急時環境調査手法の研修・訓練
未知試料、原因究明への対応力／人事異動を考慮／発生頻度の低い手法の技術継承／緊急時の定義・範囲を明確に
- 検討体制・方針
事前に体制を構築することは重要／地環研の役割の明確化／行政系を巻き込んだ展開／段階的な地域ブロック単位
- 緊急環境調査の範囲
消防・警察との連携／衛生分野との連携／地域性／優先順位
- 予算措置
行政区域を越えた連携には予算協議が必要／研修・訓練の経費確保
- マニュアル作成
緊急時の測定項目、方法のマニュアル化／緊急時にマニュアルは読まない／詳細なマニュアル整備は必要、しかし縛られると判断が遅延
- 地方環境研究所の現状
人事異動・退職・削減など、体力に課題／行政からの依頼で動く／外部委託が進んでいる現状に配慮

35

4. 災害時環境モニタリング体制の構築に向けた技術的課題

13年ぶりに改定された「マニュアル策定の手引き」には、これまでにいただいた全環研さんからのご意見を反映させてあります。

13年ぶりに改訂 災害・事故対応マニュアル策定の手引き



38

この13年ぶりに改定された「策定マニュアル（対応マニュアル策定の手引き）」の中に新たに入った図がこれです。平常時と災害時と分けて書いてありますけど、今の法体系では、災害時に化学物質が漏えいした場合には、漏えいさせた事業所が、知事に報告または通報するというのが、トリガーになります。水質汚濁防止法も大

気汚染防止法もそうですけど、「こんな物質が流れてしまいました。」という報告をするところからスタートすることになっていて、しかもそれが自治体に上がって国にはこないというのが法律の枠組みです。

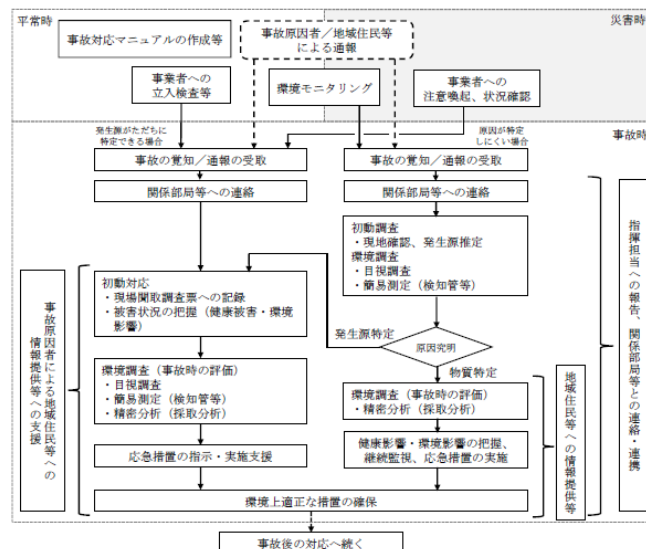


図 3.1 環境部局における事故対応の主な流れ

そうすると、通報が無いと始まらないですね。東日本大震災のような大災害では、漏えいさせたというか壊滅的な被害を受けた事業所が、化学物質の漏えいを通報できない場合もあります。通報すべき人が無事でいるという前提で法律は作られているのです。しかし、事業所全滅という場合もあります。

私が想定しているのは、南海トラフ地震や首都直下型地震が起きたときに、この国で化学物質により汚染されて立ち入れない場所があるとか、或いはそこにあった化学物質により応援に入った人に何かトラブルが起こるとか、そういうことを防ぎたいと思っていますけど、そうすると、今の法体系の枠組みでは、駄目なのです。

そこで、プッシュ型で環境モニタリングをしなければいけない、この「マニュアル策定の手引き」にはそれを書いていただいて、平時と災害時どちらでも、事故の原因者や地域住民等による通報による事故の覚知や通報の受け取りという枠組み以外に、環境モニタリングを起点として何かあれば事故の覚知ができるという枠組みを、書き込んでいただいています。

これを書いているということは、事故や災害があったときには、通報がなくても、例えば地環研の人たちが現地に行ってサンプリングをして、とにかく網羅分析を試みるということが必要だというふうにこのマニュアル策定の時に、書いてあるということです。

通報がある場合は、この物質がこのくらい流れましたという情報がくる。それならば物質と量がわかるので、じゃあその分析をやりましょうということになる。

だけど、情報が何もない時にここが大丈夫か調べるときはどうするかというと、測定対象とするべき物質がわからない。わからないときは、できるだけたくさんのが測れる方法でやるしか手はない。そうすると、網羅分析をやるしかないだろう。

金属であればICP-MSをかけるだろう。有機物ならGC/MSとLC/MSのスキャン分析をかけるだろうということになりますね、VOCは、トータルVOCを測ってある基準を超えているようだったら成分を見ていくという手順になるかと思います。

その時に、網羅分析をやろうとすると大変なのです。それは、化学分析やる方はよくご存知の通り、通常の化学物質の測定手順というのは、まず標準物質を揃えるところからスタートします。標準物質を用意してその測定をして、分析条件を作って検量線作成してやるということです。

なぜこれが必要かというと、装置の状態が日によって変わるからです。日によって変わるので、昨日作った分析条件が今日使えるとは限らない。同定は大体できるのですが、通常は定量ができません。

したがって日々検量線を作成して定量するわけですが、それに対して、装置の状態が常に変動してしまうからできないのだったら、装置の状態を常に一定の条件・状態に揃えることができたなら昨日の検量線をそのまま使ってもいいよね。という逆の発想があって、それが検量線データベース法というものです。

それが今日お話しする、アイクス、AIQS（エー・アイ・キュー・エス）と書いてアイクス。「自動同定定量システム」というものです。

を使うと、標準物質を持ってなくても測定ができます。

例えば、PCBであるとか、或いは毒物、毒ガスとか、標準物質を手に入れるだけでもひと苦労という物質もデータベースに入っているんで、これで同定定量ができるというものです。

これがAIQS-GC/MSの解析画面ですけど、測定のスペクトルとか、いろんな状態があつて、ぼちっとやるとこの右上に表が出てきて、「この物質がこの濃度で入っています」とザーッと1000物質の結果が出てきます。物質の追加をしております、今は1300ぐらいになっています。

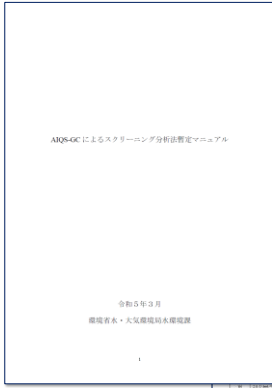
現在、島津GC/MSで使えるソフトと、AgilentのGC/MSで使えるソフトの2種類のソフトが売られています。これまではそれ以外のメーカーのGC/MSではAIQSができないという問題がありました。後ほどそれを解決したという話も紹介します。

このAIQSという方法は「半定量法」です。ざっくりと濃度を知りたいときに便利で、もう大分昔、阪神淡路大震災の後に環境省が取りまとめた緊急時の測定法のマニュアルの中に入っていました、東日本大震災の時に、私や岩手県さんが使った実績があり、これをもう1度見直して研究をやってきました。

AIQS-GCによるスクリーニング分析法暫定マニュアル




National Institute for Environmental Studies, Japan





主に調査項目のうち、AIQS-GC法によりスクリーニング分析が可能なSVOCを対象とした暫定マニュアル。

2023年3月策定。

43

この3月、環境省さんが「AIQS-GCによるスクリーニング分析法暫定マニュアル」という形で、マニュアルにいただきました。

これは「（水質常時監視の）要調査項目のうちGC/MSで測れるものについては。このAIQSを使ってスクリーニングをしましょう。」という方法でマニュアル化されています。オンラインでも読めますので、ぜひ参考にしてください。

ここまで来るために、地方環境研究所さんと我々がずっとこのAIQSについて研究を進めてきました。

先程「全環研さんからいろんな意見をいただいた」と言いましたが、「研修をやって欲しい」という意見があ

AIQS（全自動同定定量システム）とは

標準物質を用いずに物質の同定と半定量が可能システム

- 何がどれくらいあるか、ざっくりと知りたい時に便利
- 災害時、途上国、予備調査
- 現在、**環境分析用** 約1,000物質のDBの他、残留農薬用、容器包装添加材用、水道用、乱用薬物用、化学兵器用等、用途別のDBが市販
- 災害時用DBの他、**規制法令別DB**等の開発の動き
- 用途によっては測定条件の見直しを
- MS/MS、QToFMSへの展開も
- 測定条件が規定化されたスキャン分析のため、**速り解析が可能** ←デジタルアーカイブの要素
- 島津社製GCMS用とAgilent社製GCMS用との2種類が販売されていた



42

これは、データベース上の質量スペクトルと検量線を使うので、標準物質を必要としません。現状では、環境分析用に、約1000物質（GC/MSで測れる1000物質）のデータベースが市販されています。それから、LC/MS用には540物質のデータが入っています。このデータベース

った。そこで、緊急時環境調査手法研修会というものを3回開催しました。まず2017年1月に、「爆発事故を想定した揮発性有機化合物のAIQSシステム」という内容で名古屋市さんに主催していただき、VOC版のAIQSの使い方

緊急時環境調査手法研修会

**第1回 「全自動同定定量データベース (AIQS) の利用法
～爆発事故を想定した揮発性有機化合物のAIQSシステムの提案～」**

▶ 期間：2017年1月12-13日 於：名古屋環境科学調査センター

▶ 23機関28名が受講

▶ 提案手法の改良に関する共同研究へ展開



緊急時環境調査手法研修会

第2回 「水濁事故を想定した迅速前処理カートリッジによる有機汚染分析」

▶ 日程：2017年6月1日 (木) 14:00 - 2日 (金) 12:00

▶ 会場：広島県保健環境センター2階 研修室、京橋川 (平野橋付近)

▶ 研修内容

- ・迅速前処理カートリッジによる前処理実習及び事例紹介
- ・事故時をターゲットとした化学物質データベースの紹介と共同展開の提案
- ・ターゲット分析に関する情報提供

▶ 30機関33名が参加



を皆さんで勉強しました。

第2回は広島県さんに主催していただき、広島県さんで特許を取られた水の簡易抽出法を使って分析してみようという研修を2日間に渡って開催しました。

第3回は福岡県さんをお願いをして、土壌の抽出法を学び、また抽出物をAIQSにかけるという内容で行いました。この時には島津さんや西川計測さんに来てもらって、測定方法について学び合ってきました。このような緊急時向けの研修会をやってきたことを受けて、国立環境研究所と地方環境研究所とのⅡ型の共同研究に繋がっていきました。

このⅡ型の共同研究と、推進費 (環境研究総合推進費) もいただきまして、このAIQSが持っていたいくつかの課題の改善に取り組んできました。

その課題のうちの一つは、GC/MSで測定できる物質が約1000物質だということです。さらに400物質ぐらいを測定して、200物質ぐらいを追加収載しました。

緊急時環境調査手法研修会

**第3回 「緊急時環境調査のための土壌および
底質中有機汚染物質の迅速スクリーニング法」**

▶ 日程：2018年2月21日 (木) 13:30 - 22日 (金) 12:00

▶ 会場：福岡県保健環境研究所 2階講堂、1階共用実験室 (水質課)

▶ 研修内容

- 【実習】土壌試料の前処理操作 (抽出・測定用試料調製)
- GC/MS測定、データ解析
- 【講義】分析法の説明、AIQS法による調査事例の紹介
- AIQSによる解析操作に関する解説 (島津製作所・西川計測)

▶ 25機関25名が参加



**自動同定定量システム (AIQS)-GCに収載する
災害時向けデータベースを作成**

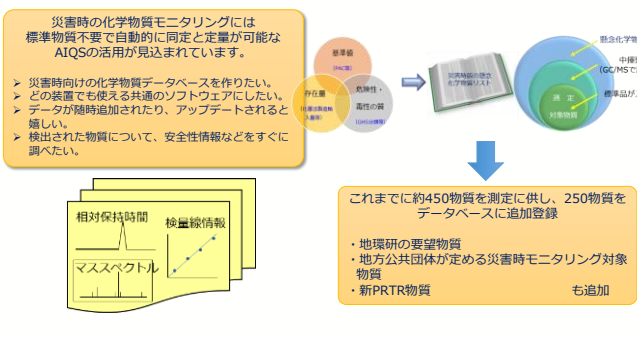
災害時の化学物質モニタリングには標準物質不要で自動的に同定と定量が可能なAIQSの活用が見込まれています。

▶ 災害時向けの化学物質データベースを作りたい。

▶ どの装置でも使える共通のソフトウェアにしたい。

▶ データが随時追加されたり、アップデートされたり。

▶ 検出された物質について、安全性情報などをすぐに調べたい。

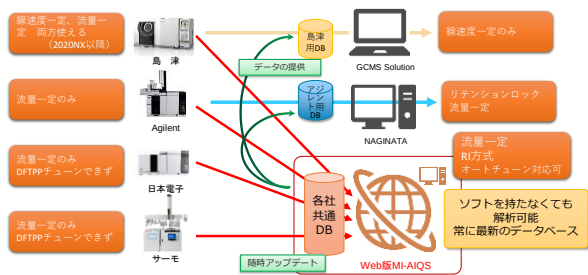


AIQSには平時の川の水の汚染などを測るような化学物質が載っているのです。それだけではなくて、通常は漏えいしてくるはずがないが、工場や事業所がストックしているような化学物質も災害時には漏えいの可能性があります。その中で毒性の高いもの、つまり、化審法の製造輸入量に毒性値を掛け算して出た値でリスク順に並べて、高い方からGC/MSで測定できるものを、可能な限り集めて測定し、データベースを作ったという仕事です。

もう一つは汎用化です。先述のとおり島津とAgilentが別々のソフトを使っていたのを共通するデータベース・共通するソフトウェアにしたものを作りたいのです。

先程言ったように、我が国の災害時の環境モニタリングの体制というのは、おそらく地環研同士の応援協定になるだろうと思います。そうすると、どこかの地点、現地で測定をしてもらったデータを全く別のところで解析だけやってもらおうとか、或いはある県で測定した結果を別の県で参照するとかいうことになるわけです。その時に、ソフトウェアが違うのでデータを見ることができないというようなことになるといけないので、どこで取ったデータも同じソフトで同じように解析できるようなソフトウェアを作りました。

オンライン版のAQIS Web版AIQSを開発



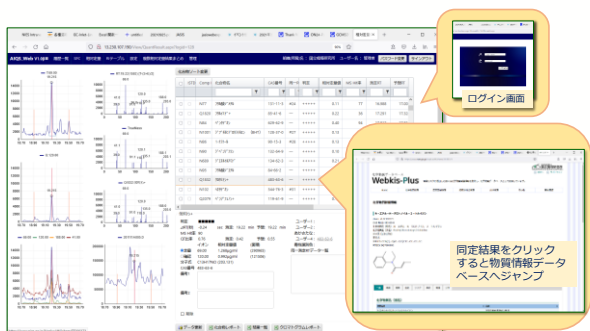
49

さて、ここに示したデータベースは、市販されている2社のものは大体同じですが細かく見ると若干違っていています。また、先ほど私が200物質ほど追加したと言いましたが、物質が追加されると、その差分を購入してインストールしないといけません。

データベースというのは常にアップデートされていくべきものだと思うので、これをウェブ上に置いて、ソフトウェアもウェブ上に置いて、IDとパスワードを打ち込むとこの解析ソフトウェアが立ち上がって最新のデータベースで解析ができるという形が理想的です。

この解析画面、これはスタンドアローン版ですが、この画面をWeb上で動かすことができるものを作って、今暫定的に公開中です。Ⅱ型の共同研究をやっている方には、これを使えることを皆さんにご案内して、その使い方の研修なんかもやっています。Web版のメリットはですね、出てきた物質について「これはなんだろう？」とクリックすると、国環研のWebkis-Plusという化学物質に関するデータベースに飛んで、その毒性や、これまでの測定事例、規制法などの情報がオンラインだからすぐ読めるのです。このような利点を活かしながら、AIQSのWeb版を作ってきました。

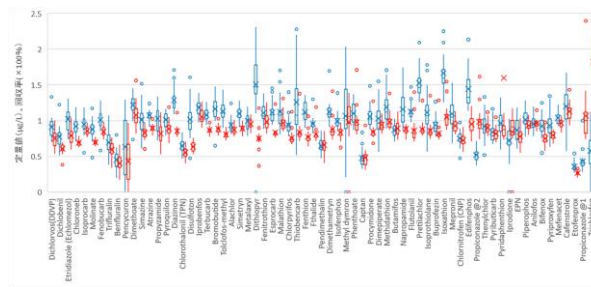
Web版AIQSの解析画面



50

さて、次はAIQSによる測定値がどのくらい信用できるのか、についてです。この箱ひげ図は、(Ⅱ型共同研究

への参加機関) 40数機関のうちの20機関にお願いして、河川水試料に1ppbになるよう66種類の農薬を添加したサンプルを配って測定と解析をしてもらった結果です。



20機関、千葉養老川添加試料 (μg/L)

添加回収率は0.5~1.5倍の範囲。
測定機関間誤差も小さく抑えられた

相対定量値 (青色、μg/L)
回収率 (赤色、×100%)

図のグラフ中の青いマークが定量値ですが、設定濃度の1ppbに対して1.5から0.5ぐらいのところに揃っています。時々2倍あるとか、大きな数字を出してくる機関もあるのですが、概ね測定値はいいところに来ているのかなという感じ。これが現実的な定量値です。

もう一つ、先程言った島津とAgilentしかAIQSを使えないという問題に加え、いくつかの古い装置はAIQSのための測定条件を設定できないという問題があります。

それは、GCMSのチューニング方法にあります。普通は「オートチューニング」という方法で行うのですが、AIQSでは「ターゲットチューニング」という方法で行わないと正しい定量値が出てきません。

AIQSができない装置で定量すると、特に定量イオンと内標準のイオンとの差が大きい物質ほど定量値の誤差が大きくなります。そこである種の補正式を使うと正しい値に近づきます。もともと2倍ぐらいの値になってしまうものが1.2倍ぐらいになるなど、全体的にプラスマイナス20%ぐらいのところに収まるというようなことを共同研究の中でやってきたところです。

2019年から21年までのⅡ型の共同研究を38機関でスタートして、今第二期の途中ですけども、45機関の方に入っています。全環研さんは全部で67機関だと思いますので、6割から7割近くの地方環境研究所の人たちに入っていていて、今そのすべての機関に、このAIQSのソフトウェアをお配りしてトレーニングをしています。

このコロナ禍ではオンラインでしたけれども、個別の相談会をやって、オンラインで解析をしてもらった結果について、「ここが間違いやすいですよ」とか「ここが違ってきますよ」、「ここはこういうふうに見るのですよ」などのやり取りを繰り返しやっています。

また、2020年には環境省の所沢の研修所でも、このAIQSの内容を取り上げていただきました。

実際の災害時での活用、つまりAIQSを実際に使った事

例では、佐賀県の油流出事故で、取ってきた油の分析をして灯油成分が混入していないか確認した例や、常総市のスクラップ工場火災の消火排水が近隣に流れ出ているものの、周辺の河川水の汚染は確認できなかった例などがあります。

自動定量システム (AIQS)-GCの災害現場適用



55

海外の事例ではニュージーランドに今年（2023年）2月にサイクロンガブリエルが襲来した時の堆積土の抽出物が送られてきて、AIQS測定を依頼されました。比較的高濃度のDDD類が検出されたりしています。

先ほども紹介した愛知県による総合防災訓練の情報提供資料なのですが、これをよく見ると「AIQS」と書いてあります。これは愛知県さんが、まず県がAIQS測定をして、検出された物質について協定に基づいて民間に測定依頼をするというシナリオになっているようです。

既に私も知らないところで、AIQSは1人立ちしていて、自治体の訓練などにも採用されつつあるというような現状までできているようです。

愛知県による総合防災訓練



56

災害時対応の研修についてはさらに進めていまして、化学分析だけではなく、サンプリングの計画であるとか、被害予測なども含めた演習を、（2024年）1月に予定をしています。

別途進んでいたS-17という推進費の成果を受けて、D.Chem-Coreというサイトが国環研のサーバーに作られています。

机上演習予告 (2024.1.17予定)

推進費【S-17】の成果であるD.Chem-Coreについて、II型参加者の協力を得て机上演習を実施予定。改善点などを探る。



災害時に、例えばここで何か事故があったという時にその周りにあるPRTR法対象の事業所が一覧できるとか、そういう機能がいくつかあるので、これを実際に皆さんに集まって使ってもらって、不具合等があれば意見出しをしてもらうという研修を予定しています。今のところ45名の方に参加の表明をいただいて、準備を進めているところです。

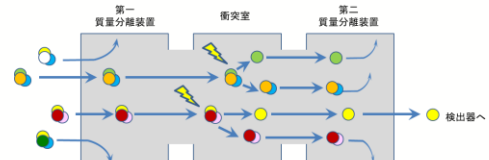
5. 災害時環境モニタリングの技術を平時に活かす

最後に、AIQSとか緊急時用に作ってきた分析法を平時に活かす、ということについて、少しお話をしたいと思います。

環境省が実施している化学物質のモニタリングといえば黒本調査ですが、黒本調査ではターゲット分析をしています。

ターゲット分析

黒本調査等の環境モニタリングでは、ターゲット分析が行われている



- ・ MS/MS測定では特定物質（イオン）だけを計測する
- ・ ノイズが減ることによってS/N比が上がり、微量定量が可能となる
- ・ ターゲット以外の物質の情報は得られない

59

例えば、ここにはMS/MS分析を示していますが、いろんな夾雑物質がある中の測定物質だけを測りたいので、目的外のものは除去して測定物質の特定イオンだけ測り

ます。そうするとノイズが減るのでS/Nが上がって、測定物質が非常に感度良く測れるというのが、ターゲット分析の肝です。

前処理で関係ないものをできるだけ除外する、質量分析計の中でも、関係ないものをできるだけ除外する、特定の物質だけ測って定量値を出して報告しています。ですから、当たり前ですが黒本調査の結果には測定物質の結果しか書いてありません。

それに対して、AIQS-GC/MSはスキャン分析をしているので、生成したイオンを全部検出器に入れて測っています。全部測った上で、何が入っているかなとデータベースから探していくのです。全部入ってくるということは、デメリットがあって、まずそれぞれの妨害があります。それから測定イオン量が多い分だけピーク強度が相対的に小さくなって、感度が低下します。一方メリットは、すべてのイオンのデータが残っているので、今回は物質Aを測ったけど、物質Bは入っていたかなと思ったら、データに戻って探しに行けば結果を得ることができることです。

ターゲット分析だと、この物質入っていたかな？といってこの時のデータを見に行っても、この物質は測定してないのでわかりっこありません。

スキャン分析だと、それがわかります。廻りの分析ができる。これが実は重要ではないかというふうに最近思っていて、AIQS-GC/MSでスキャン分析をしてデータをとにかく蓄積していくことにしています。

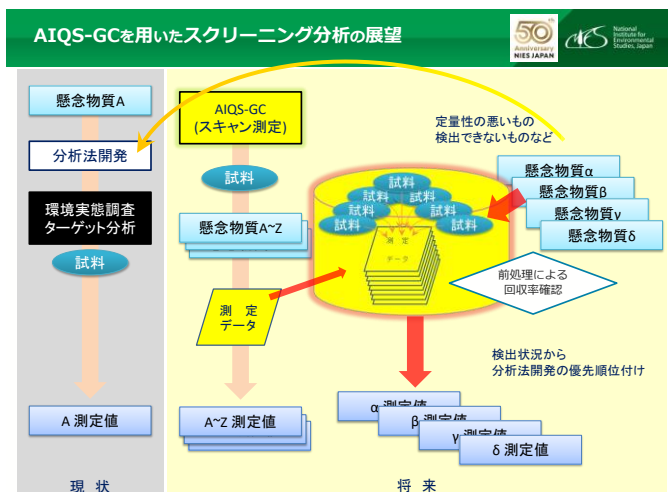
を上げて精度の良いターゲット分析法を作る、というような使い方ができるかなと思っています。

ここまでGC/MSのスキャン分析を想定してお話しましたが、LC/MSにも同じようなことが可能です。LC/MSのスキャン分析というのは感度が悪いことに加え、分離能が悪いので、最近では四重極飛行時間型質量分析計（QToFMS）を使ったData Independent Acquisition（DIA）というデータ非依存型解析が進んでいます。

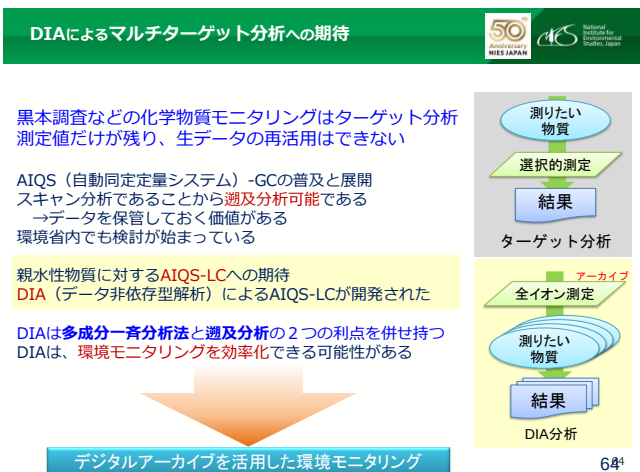
これまでもある瞬間にピークの大きいものから順番に開裂させて、そのフラグメントをとる分析法（データ依存型解析：DDA）がありましたが、これだとピークの小さいもののデータを取れません。DIAでは、四重極で小分けにしたイオンを順番に全部開裂させて、そのフラグメントも全部取るという方法です。

DIAの一つの形式にSWATHというものがあり、ある瞬間にウィンドウに入ってきたイオンを、例えば5ダルトンずつ分けて全部コリジョンにかけ、プロダクトイオンをTOFでとる。これをデコンボリューションしながらデータをとっていくという方法です。AIQSのLC/MS版は、このSWATH分析を採用しています。

この方法は地方環境研究所に続々と導入が進んでいるのですが、いろいろな問題が残っていますので、これを解決するために、推進費（環境研究総合推進費）の支援と、地環研の方にもご協力いただきながら研究を進めています。



その次に、黒本調査では大体「今年は懸念物質Aを測る」といって、分析法を作ってターゲット分析で測ってしまうのですが、そうすると、得られるのはその物質のデータだけです。それをスキャン分析でデータを取って数字を出しておくと、次の年に別の懸念物質を測ろうとしたときに、試料の採取から行うのではなく、去年の測定データの中からこの物質を探してみるということが出来ます。その結果、一定の検出があれば優先順位



これまでの、測りたい物質を選択的に測ってきたところを、全部測ってその中から必要な情報だけ抜き出して、くるというような分析法に変えていく。

これをやると、災害時の網羅分析、災害時のマルチターゲットと平時のデータとが繋がってくるかなと期待していて、将来的には、そういう分析法が主流になっていくのではないかなと思っています。

多分肝はコンピューターの速度なので、数年のうちにこういうものが、より身近になってくるのではないかな

と予測はしています。AIQS-LC/MSの実用例は研究ベースでは既にたくさんありますが、AIQSのLC/MSをDIA解析としてAIQSのGC/MSと併せて活用していくことが将来的な方法ではないかというふうに考えているところです。

6. まとめ

- 事故・災害時における有害化学物質の環境モニタリングは重要且つ必要である
- しかし、その体制・技術は確立されていない
- 米国EPAにおけるERT, ERLNのような仕組みを日本にも作りたい
- 環境省、地方自治体、保健所、地方環境研究所、国環研研究所等との連携が重要
- どこで何を測るか、**どう測るか**、**どう解釈するか**、どう対応するか、何を準備しておくべきか が課題
- **日常的に使用していない技術は緊急時に利用できない**
- ボトムアップ的に雨後の筍のごとく開設されてきている情報サイトの整理・集約を。

雑駁なお話をしましたが、東日本大震災以降、日本の環境モニタリング、特に災害の後の環境モニタリングの体制というものいろいろ考えてきましたが、環境省、地方自治体、保健所、地方環境研究所、国環研などの連携が重要で、そこには技術的な課題と、法体制も含めた体制の問題があるということです。

最初にお話しさせていただいたとおり、日常的に使用していない技術は緊急時に利用できないと思うので、災害時に最も使えるような技術を、日常的に使えるようなものに落とし込んでいくということが、とても大事だと思っています。多分そういう状況に今なってきていると感じています。

7. 最後に



最後に、これは、志津川高校（当時）から南三陸町を見下ろした写真です。東日本大震災で亡くなられた方はじめ、悲惨な状況があったと思いますけど、町が壊滅的な状態になるのです。この時にここに全国から人が入ってきて復興をする。

- ・ここの水溜まり大丈夫ですか？
- ・ここの空気大丈夫ですか？
- ・アスベストが大量に飛んでいたりしませんか。
- ・あるところで瓦礫の片付けをしたら、そこから何か出

てきて火傷したりしませんか？

とにかく復興を支える人たちの安全を守るのが大事だろうと思っています。今日の要旨にも書かせていただきましたが、今回改定された手引きの中にこんな文章が書いてあります。「大規模な自然災害時には迅速な環境モニタリングの実施による環境中濃度の把握が事故の早期発見はもとより、復旧活動に際する安全安心の確保に繋がるため、地方環境研究所等と連携した積極的な対応が環境部局に求められる」。

こういった災害の時には、様々な人が様々な調査をしに現地にやってきて、「調査疲れ」ということも現実には起きます。そして、汚染を見つけないで済む人や、汚染を見つけたら隠したい人、いろいろな人がいろいろなことが現地では起きるのですけれども、少なくともこの地方環境研究所、全環研の皆さんは、我々と志を一緒にしていると思います。現地の人たちの安全を守る、そこに住んでいる人の安全を守る、そこをサポートしてくれる人たちの安全を守る、そのためにできることをやる、ということだと思ふのです。その1点で、私たちは連携ができるだろうと思っています。

このような大災害を前に、環境化学者に何ができたか？何もできなかったのですね、10年前には。今こういことが起きたら私たちは何ができるのだろうか？10年前と同じように、やはり無力感を感じるだけなのでしょう？それとも10年経って多少はできるようになったのでしょうか？それをずっと考え続けています。

今回ご紹介したお話は、災害時の分析法としてスタートしたものを平時に落とし込むというふうな言い方をしました。「もう災害が風化して日常に戻っている」というふうに捉えられても悲しいなと思います。常にこの時の状況を僕は忘れないつもりでいるし、そのために災害時の方法を戦略的に平時に落とし込んでいくのだというふうに僕は思っているのです。今日の話に共感していただいた若い方には、是非我々のII型をはじめ、災害に関する研究に協力していただければと思っています。

謝 辞



本研究は、

- (独) 環境再生保全機構 環境研究総合推進費
 - JPMEERF18S11711「災害・事故等で懸念される物質群のうち中揮発性物質に対する網羅的分析技術の開発と拡充」
 - JPMEERF20235002「データ非依存型取得法による環境汚染物質の定量デジタルアーカイブ手法の開発」
 - JPMEERF20231M01「災害・事故に起因する化学物質リスクの評価・管理手法の体系的構築に関する研究」
- 国立環境研究所と地方環境研究所とのII型共同研究
 - 「災害時等の緊急調査を想定したGC/MSによる化学物質の網羅的簡易迅速測定法の開発」
代表：宮脇 崇、加藤みか
 - 「災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」
代表：伊藤朋子

の支援を受けて実施しています。

質疑応答

静岡県環境衛生科学研究所 小田氏

貴重な御講演どうもありがとうございました。

埼玉県さんと国環研さんの方で、災害時の協定をされた（締結された）のですけども、分析の機器の貸与というか、そういうこともその協定の中に含まれていたものではないでしょうか？というのも、我々静岡県の方で、令和3年の伊豆山土砂災害の時に一応アスベストの分析を行いました。

我々の方でまず現地に行って検体を採取して、位相差顕微鏡まで自分の研究所で持っていたのですけども、電頭を持ってなかったということで、電頭どうしよう？という話がちょっと出てきたので、そういうところで協定がもしもあればよかったなと思ったものですから、ちょっとお伺いしたいです。

講師

すいません、私はよく知りません。

こんなこと言うと、国環研の縦割りの話になるのですが、アスベストは資源循環領域の所轄で、私の所轄ではないこともあり、今の協定が結ばれたのも大分昔なこともあり、現状でどうなっているのかは確認したいと思います。

それから、埼玉県と国環研との災害時の協定はでも、関東甲信静ですよ。静岡入っているじゃないですか、だからそれが使えたのではないかと思うのですけど、ちょっと国環研の担当にも聞いています。

埼玉県環境科学国際センター 磯部氏

埼玉県環境科学国際センターの磯部と申します。

いつもうちの隣の化学物質グループがお世話になっています。ありがとうございます。貴重なご講演ありがとうございました。

先生が仰っていた連携の強化のお話で、官民、民間業者さんとの巻き込んだ連携っていうのも非常に重要かなというふうに考えて聞いていたのですが、その辺、先生のお考えをちょっとお聞かせ願えればなっていうのが1点と、もう1点、最初の方で環境基準超過の際の発表の仕方のお話があったのですが、例えばUSEPAの方では、どういう考えでその辺の発表を整理しているのかという、もし情報をお持ちでしたらちょっとお伺いしたいなという2点、質問をさせていただきます。

講師

EPAの状況を僕はちょっとよく把握しておりません。
（著者後日補足：吸入曝露についてはEPAと米国科学ア

カデミーによるAcute Exposure Guideline Levels

（AELGs）という緊急時の基準がありました）。民間を入れるとなると、民間が出してくる数字が正しいかどうかという話になりまして、認証制度を入れなければいけないかなという感じはしています。ただ、速報値で良いということであれば、民間も積極的に活用したほうが良いと思っていて、実際に東日本大震災の後に廃棄物関係で分析をしたのは、全部民間の計測機関にお願いしていました。そういうことで、計量証明を出さなくていいようなレベルで数値を出すのであれば、積極的に活用できると思います。

災害時のスクリーニングという意味では、多分計量証明は要らなくて、そこで粗分けをして、検出されたものに関してきちんと計量証明を取るような測定を依頼するというようなスキームの方が早いと思うので、そういうやり方をしたらいいと思います。

問題はデータの扱いです。我々の測定値は自治体さんにまず報告してから公表するのですけど、大学等の場合は、発表に関する手順に関して難しいところがあります。

埼玉県環境科学国際センター 磯部氏

そういう話、大学の話は聞いたことあるのですけど、民間さん、例えば机上訓練のお話をされていましたが、そういうところに民間さんを巻き込んでいくとかそういうのはやっぱり難しいですかね。

講師

先程の愛知県さんは、新聞報道でしか見ていませんけども、民間さんが来てサンプリングからやって、多分、協定に基づいて動く訓練をされたのだと思います。

東京都環境科学研究所 今村氏

東京都の今村です、どうも面白い話ありがとうございました。

たくさん質問があるのですが、あんまりたくさんやっちはいけないと思うのですけども。

一つは、国環研のHPにいろんなデータベースが入っていて、そこにアクセスすればいいという話をされていたと思うのですけども、逆に、例えば関東の方の直下型（地震）みたいな形で国環研が直接被害にあったときに、そのホームページにアクセスできない可能性もあるので、そういった意味での代替版というのですかね、よくサーバーとかのデータベースは逃げておくような、BCPというか、がどうなっているのかということが1つと。

2番目は、Q-MSとTOF-MSの組み合わせのMS/MSの形の時

みたいな形をどんどんLCの方なんか入れていくという話をされていたと思うのですが、この場合にどんどんデータが膨大な形になってきて、ただコンピューターやメモリー関係でも保存容量も増えていますけども。膨大な数のデータが溜まってくると。このデータベースというかデータの蓄積したもの、管理をどういうふうにしようとしているのかということが2番目。

それから3番目はですね。すいません、たくさん。

平時と災害時という時の考え方として、平時のモニタリング、例えば大気のモニタリングの場合ですと、ある場所ですべてモニタリングしていて変化がどうなっているかを見る格好になると。災害時ではその濃度レベル精度レベルが違って、災害時ではどちらかというと極端な言い方をすれば、縦軸logスケールで10倍多いとか少ないとかっていう形になってくると思うので、必ずしもうまくパッと繋がる形じゃないと思うのですが、そういう意味では、災害時の発想で言うところのモニタリングの仕組みを平時に落とし込むところのポイントはこういうふうに考えておられるのかと。

4つ目すいません、具体的なことですが。

AIQSって何ですか？AIQSなんかの時の、今先程の質問にもありましたけど、民間だとか大学だとか何か他のところと協力するときに、せめてベースになる標準というか、要するに「いろんな物質の間での相関的な・相対的な感度を求められていれば何とかなる」という意味での基本的なものというのはどういうふうな標準を使おうとされているのか？その辺のこと教えていただければと思います。

講師

一つ目のミラーサーバーを置いたほうが良いというご指摘、ありがとうございます。今は、試験的に研究所の中に置いてあるのであって、それが1個ダウンすると多分全滅します。それは、例えば国立環境研究所のつくば本構以外の拠点、例えば福島や琵琶湖分室に置くとかということは考えていきたいと思っています。

二つ目の質問、データの管理ですね。

LC/Q-TOFのSWATHのデータという、容量が数ギガバイトあって、全国の平時データを保管することは、将来的には、1研究室とかのユニットの単位では出来なくなるでしょう。むしろ、何かデジタル戦略とか、環境省とか国のデジタル戦略の中に位置付けて、データサーバーをセットするみたいな大きな話に持っていけないとできないかもしれないというふうに思います。でも、黒本調査のデータをテキストの数字で取っていく時代から、デジタルアーカイブしたデータさえ取っておけば、数字は後で探せばいいので、そういうサーバーをきちんと作っておく。タイムカプセルにサンプルを凍結して置いておくより効率的に出来るのではないかと思います。

それから3番目は、平時と災害時の測定法が違うのではないかとことです。

ご指摘のとおりで、桁が二桁ぐらい違うと思います。災害時の感覚を平時に落とし込むのは無理で、むしろ、平時の測定に災害時で粗分けをするというスキームを1回入れる。ラフに測ってこのくらいだったらちゃんと測る・これで出なかったら気にしないとか、そういう二段階に平時をしていくということがあるのかなと。

モニタリングすると決めた物質はちゃんと精度良く測らないといけないけど、「黒本調査の対象にする物質を選ぶ」というときには、粗々で測定をして高濃度・高頻度で出るというもの（物質）を、次の高精度測定の対象にするというやり方になるのかなと思います。

最後のAIQSのベースは、これは、感度の問題と精度の問題があります。AIQSには「性能評価標準」をつかったシステムパフォーマンスチェックというものがあるんで、20物質ぐらいを測って精度の確認をしています。感度については厳しくないのですが、ある種の物質がきちんと検出されるということを確認しています。対象とする物質を100物質ぐらいまで広げた「チェックスタンダード」を我々の方で開発していて、将来的にはそれを使って管理をしたいというふうに思っています。

＜特 集＞第50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

気候変動，その他

島根県保健環境科学研究所

織田 雅浩

本セッションでは，気候変動及びその他に関する4題の研究発表があった。

「積雪寒冷地における冬季の気候変動適応に関する研究」（北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所）の発表は，冬季の積雪が気候変動によってどのように変化するのかについて解析した結果の報告であった。北海道における積雪は住民の生活に与える影響が大きく，今後の気候変動によってその影響がどのように変化するのか解析し適応策へと繋げていくことが喫緊の課題となっている。気候変動の影響については，パウダースノーから重く濡れた雪への変化や日中の最高気温が0℃を上回るゼロクロッシング日数の増加が原因で，路面が再凍結し路面が劣化するなど，生活への影響が懸念される。また，除雪日数やドカ雪は，全道的には減少傾向となるものの，内陸部では変化が小さいと予想された。これらの影響は相互に影響し合っていることから，その連鎖性についてまとめた。除雪を例に挙げると，長期的には積雪は減少し助かる人も多い一方で，除雪業者においては人員や技術の維持が困難になることが予想された。また，影響の連鎖（インパクトチェーン）には地域性があり，産業特性等に応じた適応策を考えていく必要がある。これらの検討結果を基に，住民自身が自分ごととして今後の適応策について考える場としてワークショップを開催した。持続可能な地域づくりを目指して検討を行ったことが報告された。質疑では，市町村や他県との連携などについて議論が行われた。

「生物季節でみる気候変動による福島県内の動植物の変化について（サクラ編）」（福島県環境創造センター）の発表は，サクラの開花日と近傍の気温との関係について解析した結果の報告であった。福島県内3地点のソメイヨシノ及び日本三大桜の三春滝桜（ベニシダレザクラ）を加えた4地点において解析を行った。ソメイヨシノについて，令和5年度の開花は全ての地点で過去最早であり，1980年代以降開花が早まっていた。アメダスの3月の平均気温と開花日の相関関係には年代ごとの違

いは見られなかったが，直近10年間は，記録が残っている最も古い10年間（1953-1962）に比べて3月の平均気温が高く，開花日も早まっていた。三春滝桜については，令和5年度の開花は過去最早で，散り始めも早く観光産業に影響が出た。この地点では1983年から開花日が記録されており，開花日の変動のトレンドは-3.9日/10年となっていた。また，ソメイヨシノと同様に直近10年間は記録がある最古の10年間（1983-1992）に比べて3月の平均気温が高く，開花日も早まっていた。全体を通して調査結果を比較すると，経年変化のトレンド及び3月の平均気温と開花日の相関関係について，調査地点やサクラの品種の違いによる差は見られなかった。今後3月の平均気温が上昇するとさらにサクラの開花が早まると予想された。質疑では，サクラの開花期間などについて議論が行われた。

「長崎県における熱中症発生の地域特性の解析」（長崎県環境保健研究センター）の発表は，長崎県内40地点において気温と湿度を観測することにより熱中症発生の危険性について地域ごとに比較検討した結果についての報告であった。熱中症救急搬送者数は都市部における搬送者数が多く全搬送者の約6割が高齢者であった。また，人口10万人あたりの救急搬送者数を比較すると，高齢化率が30%以上の地域は他の地域に比べて熱中症の発生リスクが高かった。さらに，高齢者の熱中症は主に住居で発生しており，中高生は教育機関や屋外が主な発生場所であった。地域特性をみると，島原地域はWGBTが31℃以上となった日数が他の地域に比べて多かったにもかかわらず救急搬送者数は少なく，さらに症状程度について比較すると，島原地域では中等症以上の割合が高く，壱岐・対馬地域では中等症以上の割合が低かった。調査結果を基に，市報への記事掲載，地域ごとの啓発資料の作成・ホームページ上での公開や関係部局と連携した啓発活動が実施され，特に島原地域においては市民を対象とした講演会を開催するなど重点的に活動を行ったことが報告された。質疑では，地点ごとの気温差，全天日射量の測定地点数などについて議論が行われた。

「川崎市の環境分野におけるナッジの活用について」（川崎市環境総合研究所）の発表は，行動経済学に基づくナッジ（ゆるやかに促す）を活用したごみ分別の啓発チラシ作成と他部署への展開についての報告であった。製品プラスチックごみの分別率を上げるため，ナッジ理

論を活用し、簡単で、目立ち、社会に合わせて、タイミングを計ったデザインのチラシを作成した。基本コンセプトとして「共感」「感謝」「安心」を設定し、市民の感謝に応えようという意識に働きかける工夫などを盛り込んだ。その結果、プラスチック製容器包装の排出量が約6%上昇し、一定の効果があったことが確認された。その後、他部局からナッジに関する問い合わせが入るようになり「ナッジを活用するための手引き」を作成し、他部局でもナッジの活用が進んでいる。ナッジは環境分野のみならず、行政全般に対して汎用性の高い理論であることを実感する一方、課題として効果の検証が難しいことが報告された。質疑では、プラスチック製容器包装の排出量のその後の追跡調査について議論が行われた。

以上、本セッションでは、気候変動による生活への影響の連鎖、生物季節観測でみる気候変動影響、熱中症発生の地域特性の解析及びナッジを活用した普及啓発について事例報告が行われた。本セッションの内容は環境関連部局以外の行政関係者にも関心の高い内容であり、今後の調査研究の継続と幅広い結果の活用が期待される。

水環境Ⅰ，生物Ⅰ

福井県衛生環境研究センター

田中 宏和

本セッションでは、自然由来と人為由来による鉛同位体比の特徴、河川水を主としたマイクロプラスチックによる汚染の実態、水質事故に備えた河川水質把握および化学物質に関する生物応答試験に関する5題の研究発表があった。

「ICP-MSを用いた自然由来および人為由来試料中の鉛同位体比の把握」（沖縄県衛生環境研究所）の発表は、地質年代や産地により鉛の同位体比が異なることに着目し、河川水や地下水、事業所排水や鉛含有製品に含まれる鉛同位体比に関する評価報告であった。過去の研究報告と整合する結果が多く確認されただけでなく、特異的な特徴を示す試料が確認された。例えば、漂着軽石の地質年代が新しいこと、生コン製造業排水は人為由来の特徴が強く現れること、放射線に関連する一部の鉛含有製品は鉛成長曲線から外れた挙動を示すことなど、興味深い知見が紹介された。質疑では、アメリカ（Missouri）の同位体比が鉛成長曲線から外れた末端に位置する理由と、鉛同位体の分析目的について議論が交わされた。

「富山県内河川及び海域におけるMPsの実態調査結果について」（富山県環境科学センター）の発表は、富山

県内の河川や富山湾など、広範囲におけるマイクロプラスチックの汚染実態を調査したものである。河川水中のマイクロプラスチック個数密度は秋季に比べて春季の方が大きく、その形状や成分等から被覆肥料に使用されたマイクロカプセルに由来すると考察された。また、下水処理水に含まれるマイクロプラスチックは、河川水含有物と特徴が異なることが示された。さらに、GPSフロートによる移動調査では、河川上流から河口に到達するまで長時間を要し、さらに富山湾内で漂流することが確認されたため、河川でのマイクロプラスチック対策が有用であることを示した。質疑では、被覆肥料カプセルの発生源等について議論が交わされた。

「大和川水系における河川マイクロプラスチック汚染の実態調査」（奈良県景観・環境総合センター）の発表は、比較的汚濁の進んだ河川の最下流点でのマイクロプラスチック汚染状況に焦点をあてた発表であった。調査河川水中の個数密度は海洋に比べて高値を示し、その原因として海洋では紫外線劣化や波の物理的な力により、検出下限サイズよりも細分化するためと考察された。また、河川水中の個数密度にはばらつきがみられ、その原因は季節変化よりも天候等による河川流量変化による物質輸送能の影響が大きいと推察された。さらに、負荷源と疑われる下水放流水中の個数密度は、河川水に比べて大きくないことを確認した。形状等に関しては、河川水中マイクロプラスチックの形状割合はほぼ一定であり、材質はPEとPPが80%以上を占めた。これは、PEとPPの生産量が多いことと、比重が軽いため表層採水で採取されやすいことが原因であると推察された。加えて、緑色の破片状のマイクロプラスチックが多く確認され、屋外の人工芝由来である可能性が示唆された。質疑では、河川に比べて海洋での個数密度が小さい原因と、緑色マイクロプラスチックの由来を調査するための手法について議論が交わされた。

「水質事故時を想定した県内河川の平常時水質調査」（宮崎県衛生環境研究所）の発表は、水質事故発生時の水質異変を検知するため、常時監視地点以外の広範囲の中小河川水についてイオン成分と金属元素を調査した事例報告である。「砒素」と「亜硝酸イオン及び硝酸イオン」の濃度について非常に高い地点が確認され、前者は硫黄山の火山活動が、後者は事業場排水や家畜排せつ物等の複合的な要因が原因であると推察された。特異的な汚染源が存在する地域においては、本研究のような平常時の河川水質の特徴把握は重要であることが示された。質疑では、調査地点の決定方法や環境基準を超過する地点での影響の有無について質問があった。

「総合的水質影響評価手法の普及に向けた多様な水環境に対応した生物応答の活用」（埼玉県環境科学国際セ

ンター)の発表は、生物応答試験(バイオアッセイ)を主とした国立環境研究所Ⅱ型研究の取り組み状況が主に報告された。令和5年度は10機関の地方環境研究所が参加し、藻類生長阻害試験、甲殻類の繁殖試験、魚類胚・仔魚期短期毒性試験および急性毒性試験等を実施した。6地点において調査した結果、全地点において魚類に対する阻害は確認されなかったが、一部の河川で甲殻類に対する阻害があり、ニッケルが主な原因であると推定された。

また、1河川において藻類に対する阻害が確認されたが、原因の特定には至らなかった。質疑では、各種環境問題の解決に対する生物応答試験の活用可能性について議論が交わされた。

水環境Ⅱ，化学物質Ⅰ

鳥取県衛生環境研究所

森 明寛

本セッションでは、湖沼・河川等の水質汚濁や化学物質汚染に関する5題の研究発表があった。

「導水停止時における手賀沼の水質変動について」(千葉県環境研究センター)の発表は、千葉県の手賀沼で平成12年度から運用開始されている浄化用水導入の一時停止に伴う水質への影響について調査を行ったものである。クロロフィルaの濃度分布は、沼の西側(上流)で低く、東側(下流)で高くなる一方で、DINはその逆の分布を示した。このことから接続河川から流入した栄養塩が沼内で消費され、植物プランクトンが沼内で増殖していることが推測された。また、接続河川の大堀川では市街地率が高く、特に降雨時には $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が増加していた。今回の調査では、導水停止の影響による水質悪化は見られなかったが、その一因として期間中の大雨や日照時間の減少などの気象条件によるものが考えられた。質疑では、植物プランクトンの種組成や大雨時の $\text{NH}_4\text{-N}$ の由来等について議論が交わされた。

「降雨時における屋根排水中の硝酸イオンの測定」(千葉県環境研究センター)の発表は、千葉県の印旛沼に流入する窒素負荷の約7割を占める面源系負荷の削減に向けて、面的に大きな土地利用である宅地から流出する硝酸負荷を調査したものである。宅地では主な発生源が降雨を受ける屋根であることから、屋根から流出する排水を宅地排水とし、降雨毎に一降水の全量を採用した。2023年5月以降の降雨毎の結果から、降水量が多く、流出量が多くなると硝酸濃度が下がる傾向が見られ

た。また、2023年6月と7月の屋根排水負荷量と算出した大気負荷量(湿性沈着量+乾性沈着量)を比較すると、いずれも6月の負荷量が大きく、6月の降水量が多かったためであると考えられた。質疑では、屋根の素材や向き等の影響に関して議論が交わされた。

「河北潟における透明度変動要因の解析」(石川県保健環境センター)の発表は、石川県の河北潟における透明度の変動要因について調査したものである。河北潟湖水の原液とろ液の透視度を比較したところ、ろ液の透視度が大きく改善したことから、本湖の透明度低下の要因はCDOMではなく懸濁物質によるものと推定された。また、有機態SS、無機態SSと透明度の関係から、透明度の変動要因は無機懸濁物質となるトリプトンであると推定された。さらに河北潟、承水路、流入河川におけるFe/Al比とMn/Al比の季節変化から、これらの無機懸濁物質は承水路からの流入が支配的である可能性が高いと考えられた。質疑では、透明度の要因に関して河北潟、承水路、流入河川の流動と絡めた議論が交わされた。

「琵琶湖における底層D0の状況把握ならびに底層水質との関係について」(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)の発表は、底層溶存酸素量(底層D0)の類型指定が行われた琵琶湖において、底層D0の評価を行ったものである。平成26年度から令和3年度の環境基準点の年度最低値から、環境基準値を下回る地点があることがわかった。底層D0の季節変化を見ると、北湖では9~1月に、南湖では7~10月に年間最低値が頻発することがわかった。その原因として、北湖では水温躍層の形成による表層からのD0供給の低下、南湖では高水温による飽和溶存酸素量の減少に加えて、水草の異常繁茂による湖水の滞留が考えられた。また、北湖では底層D0と底層のT-N、T-P、T-Mnとの関係にそれぞれで有意な負の相関が見られ、底層D0の低下とともにこれらの濃度が上昇することが考えられた。質疑では、底層D0の低下に関して流入河川の負荷量や気候変動等との関連について議論が交わされた。

「石川県内における生活関連化学物質(PPCPs)の実態調査」(石川県保健環境センター)の発表は、石川県内の下水処理場の放流水中のPPCPs濃度の実態及び河川への影響に関して調査したものである。概況調査では上流に下水処理場のある5河川で、対象とした18物質中15~17物質が検出された。上流に下水処理場の無い2河川では、前述の5河川よりも検出される物質は少なく、海域ではほとんどの物質が検出下限値未満であった。詳細調査では下水処理場の放流水で17物質が高濃度で検出された。放流地点の河川下流では同17物質が検出され、放流地点の上流と比べて比較的濃度が高いことがわかった。下水処理場の放流地点近傍の河川下流では放流水の影響

を大きく受けていることが明らかとなった。質疑では、下水処理場の処理工程における化学物質の濃度変化について議論が交わされた。

以上、本セッションでは湖沼や河川等の水質汚濁や化学物質汚染に関連した調査報告が行われた。いずれも対策が困難で各自治体においても共通の課題があると考えられる。ここで得られた知見が広く共有され、今後の対策に生かされることを期待する。

水環境Ⅲ，生物Ⅱ

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、湖沼の植物プランクトン及び沈水植物並びに河川の魚の斃死事故に関連する4題の研究発表があった。

「鳥取県の汽水湖における塩分環境に注目した植物プランクトンの変遷，湖山池・東郷池の事例から」（鳥取県衛生環境研究所）では、汽水湖である湖山池と東郷池の度重なる人為改変がもたらした塩分環境の変化に伴う植物プランクトンの変遷とそれらの特徴が報告された。月1回の調査結果から、塩分濃度によって植物プランクトンは淡水性と汽水・海産性となることが示された。両湖沼とも冬に淡水種が多いことで一致していた。演者は汽水湖の生態系を理解する上で、塩分環境というのは重要な視点と考え、人為的に海水の導入が図られ、進行した汽水化の特徴を捉えた。具体的には、湖山池の植物プランクトンの構成比は古くは藍藻類や淡水性の珪藻だったものが、珪藻は汽水海産性または渦鞭毛藻にシフトしてきた。そして東郷池では塩分環境の変化に応じて冬には淡水性、夏には、汽水海産性となりやすいことが明らかになった。更に地球温暖化により海面上昇が懸念されており、海水流入による植物プランクトンへの影響、ひいてはアオコや赤潮の発生による生態系サービスの低下が懸念されることを指摘した。このような塩分環境と植物プランクトン相の解析を可能とした背景には、長期にわたる植物プランクトン調査の成果であり、気候変動を踏まえた汽水湖生態系の保全策への貢献を期待したい。

「池田湖における植物プランクトン調査」（鹿児島県環境保健センター）では、池田湖における理化学的な水質調査項目と植物プランクトンの関係についての発表であった。池田湖は、鹿児島県薩摩半島の南部に位置する、長径4km、最大水深233mのカルデラ湖で、池田湖で

は、1955年以降、湖域での社会経済活動の発達に伴い、透明度の低下や、淡水赤潮の発生が問題となった。2019年6月から2022年6月の調査結果では、渦鞭毛藻類や珪藻類、緑藻類、藍藻類が出現しており、季節による優占種の違いや、種類の繊維などは確認できなかった。アオコの原因種である*Microcystis*属は2021年8月に、淡水赤潮の原因種となる*Peridinium*属が2～6月に、*Ceratium*属が4～6月に出現したが、出現頻度及び細胞数は少ない結果となった。また、過去の赤潮の発生月と今回の確認された月はどちらも重なる結果となった。課題は今回使用した細胞容積は琵琶湖における値であるため、池田湖に即した植物プランクトンのデータの把握に努める必要があるなど課題が示された。地環研は地域の湖沼等において長期的な水質やプランクトン等のデータを蓄積していく重要な役割を担っており、今後も継続した調査と得られた知見に関する報告をお願いしたい。

「野尻湖沿岸域における水草の復元に関する研究」（長野県環境保全研究所）では、長野県の野尻湖に復活した水草について発表があった。ナウマンゾウの化石が発見されたことでも有名な野尻湖では、農業用水や発電用水に利用され、年間の水位変動が非常に大きい特徴がある。昭和50年前後には水草が過剰に繁茂したため、水草対策としてソウギョが放流され水草は全て消失したが、平成29年から令和5年までは継続して水草が確認されている。令和2年からの3年間で確認された水草の種類は、主にホタルイ属、ヒルムシロ属及びクロモだった。水草の回復状況を確認するため水中ドローンによる画像を使った水草の定量化が行われ、5月から10月にかけて、水草帯は水深の深い沖合から浅瀬にかけて繁茂領域が推移するような様子であること、水草の生育状況と栄養塩濃度（TN、TP）との間には関連性が見られなかったことなどが分かった。また、水中ドローンを用いて、沿岸から100メートル先の沖合まで湖底の様子をとらえることが可能であると検証された。なお、撮影条件によって面積の算定に誤差が生じるなどが課題として挙げられた。水中ドローンは有用なツールと考えられ、今後の調査への更なる活用が望まれる。

「太夫堀における水質・植物プランクトン調査結果～魚斃死の対策に向けた基礎資料として～」(名古屋市環境科学調査センター)については、大変残念ながら会場での発表が出来なかったため、誌上発表扱いとさせていただいた。

以上、本セッションでは汽水湖やカルデラ湖の水質と植物プランクトンの関係、消失した沈水植物が再生した湖沼について会場で発表された。そして魚の斃死と水質・植物プランクトンの関係が紙面発表された。活発な質疑応答は地環研の業務に直結した関心が高い内容である

ことを示しており、今後も研究の進展と情報発信をお願いしたい。

大気Ⅰ，放射線

長野県環境保全研究所

中込 和徳

本セッションでは、光化学オキシダント（O_x）及びPM_{2.5}等の光化学大気汚染に関して3題、空間放射線に関して2題の発表があった。

「光化学オキシダント高濃度時におけるPM_{2.5}二次有機マーカー成分の日内変動」（群馬県衛生環境研究所）の発表は、PM_{2.5}の主成分である二次有機粒子（SOA）の生成機構等解明のため、人為起源SOA（ASOA）及び植物起源SOA（BSOA）のマーカー成分を、VOC等とともに高時間分解能で観測した結果の報告である。観測は群馬県前橋市で2022年6/28から7/2に、夜間は12時間、日中は4又は2時間間隔で実施した。6/30、7/1はO_x、ASOAマーカー、人為起源VOCとともに、日中の北風では低濃度だったが夕方以降の南風では増加した。ASOAの日中の低濃度は北方山間地の比較的清浄な気塊の流入が、夕方以降の増加はASOA生成の進行と南関東からの移流の影響が要因として考えられた。α-ピネン由来BSOAマーカーはASOAマーカーと同様の変動を示した。イソプレン由来BSOAマーカー及びイソプレンはASOAマーカー等とは挙動が異なり、6/30、7/1日中の北風の時間帯に高く、北方山間地域等で発生、生成したものが輸送された可能性が考えられた。質疑では、植物起源VOCのO_x生成への寄与や反応機構等について議論された。

「再帰型ニューラルネットワークを用いた光化学オキシダント当日濃度予測システムの開発」（静岡県環境衛生科学研究所）の発表は、全国の多くの自治体で実施されているO_xの濃度予測について、人工知能（AI）による自動予測システムを、試行的に自作開発した経過を報告したものである。予測システムには、時系列データの扱いに特化したAIアルゴリズムを使用し、訓練データの収集から学習、推論、結果出力までを全自動化した。O_x予測の試行は、静岡市立常磐公園局のO_xデータを対象とし、気象データに気温、降水量、風向、風速、日射量、日照時間、湿度を用い、当日午前10時までのデータを用いて、午前11時以降の1時間値を予測し、概ね良好な結果が得られた。今後はシステムを改良し早期実用化を目指す。質疑では、学習データに窒素酸化物等の原因物質を加えることの是非、社会への成果還元等について議論

された。

「大阪府内における光化学オキシダント生成への寄与に着目したVOC濃度について」（大阪府立環境農林水産総合研究所）の発表は、O_xの効果的な低減に資するため、VOC等の詳細な成分観測を実施し、O_x生成への寄与が高い成分の実態等について検討したものである。観測は2022年度の春季及び夏季に2地点で、VOC91成分及びアルデヒド類3成分を昼夜別に調査した。また、2022年度有害大気汚染物質モニタリング調査に合わせて月1回24時間の調査を8地点で実施した。季節、昼夜別の観測結果からオゾン生成ポテンシャルの上位10成分を抽出した結果、いずれの地点でもホルムアルデヒド等6成分が季節、昼夜関係なく上位10成分に含まれた。その他上位10成分に含まれたプロパン等を含む計15成分が大阪府におけるO_x生成への寄与が大きい成分と考えられた。これら成分について府内8地点の濃度を比較した結果、各地点で特有の発生源の影響が示唆された。質疑では、夜間のオゾン生成ポテンシャルを評価する意義等について議論された。

「簡易的な手法によるバックグラウンド空間線量率の評価」（福島県環境創造センター）の発表は、福島第一原子力発電所事故（以下単に、事故）による追加被ばく線量のより正確な評価等を目的に、歩行サーベイ機器による空間線量率を、自然放射性核種由来分（バックグラウンド）と人工放射性核種由来分に分けて評価する手法を検討したものである。既存の文献を基に、1,400～2,000keVの計数率と空間線量率の関係から、直線近似によりバックグラウンドの推定式を決定した。得られた推定式を用い、福島県内2地点で測定した空間線量率からバックグラウンドを推定し、全体の空間線量率とバックグラウンドの差として人工放射性核種由来分を評価した。その結果、バックグラウンドには2地点で差がみられたが、人工放射性核種由来分は同程度と評価された。質疑では、車載型ではなく歩行型機器で測定する意義等について議論された。

「千葉県内における移動観測による空間放射線量率調査」（千葉県環境研究センター）の発表は、県北西部を中心に2011年の福島第一原子力発電所事故（以下単に、事故）の影響を受けた千葉県において、県内全域の空間放射線量率（線量率）を改めて実態調査した結果を報告したものである。2022年9月から2023年1月の間に、千葉県内全域の主な公道を延べ3千km以上調査した。線量率の測定は、可搬型モニタリングポストを用いて自動車で移動しながら地上50cmで実施した。線量率は最大で0.11 μSv/hであった。また、県南部より北部の線量率が高い傾向が見られた。県北部で線量率が高かった国道6号では、スペクトルの様子から事故の影響が推察された。質

疑では、県南部で見られた高い線量率の状況と原因等について議論された。

以上、本セッションでは、光化学大気汚染並びに空間放射線に関する先端的な研究報告が行われた。質疑も活発に行われ、今後各研究が一層発展し、多くの成果が得られるものと期待された。

大気Ⅱ，化学物質Ⅱ

群馬県衛生環境研究所

熊谷 貴美代

このセッションでは大気環境および化学物質に関わる分野について5題の研究発表があった。

「福岡県における火山に起因する大気汚染物質濃度の上昇について」（福岡県保健環境研究所）では、福岡県内において発生した異臭事例について、その原因が火山であることをシミュレーション解析によって明らかにしたという報告であった。異臭の通報と同時時間帯にSO₂濃度の上昇が確認されたことから、シミュレーションモデルCMAQを用いて解析した。その結果、福岡から240km離れた桜島から放出された火山ガス中のSO₂が上空を移動し、福岡県付近で地上に降下したことが示された。異臭の原因は、SO₂とともに火山ガスに含まれる硫化水素と推察された。福岡県では光化学オキシダントやPM_{2.5}のシミュレーション予測を導入するなど、先駆的に取り組んでいる。質疑応答では、予測精度向上についての工夫や様々な活用方法なども紹介され、今後のさらなる展開が期待される。

「鳥取県等におけるPM_{2.5}への周辺発生源の寄与解析」（鳥取県衛生環境研究所）では、鳥取県および中国地方におけるPM_{2.5}成分データを活用し、PM_{2.5}の発生源寄与解析を行った結果について報告がなされた。解析においては、低濃度と中高濃度でデータを分類し、かつ地域も分割するなど、様々な切り口でデータを分類して解析を行った。当該地域においては、PM_{2.5}濃度が高いときには硫酸イオン割合が多くなる傾向であり、発生源寄与解析の結果でも硫酸塩系の因子の寄与割合が大きかった。また、西ノ島の影響と考えられる高濃度事例も確認された。質疑では、経年変化等について議論が交わされ、特に新型コロナウイルスの影響は関心の持たれるところであった。国内のPM_{2.5}成分データも蓄積されてきたので、貴重なデータを最大限利用していくことが各地環研の役割と考えられる。

「2021年3月末の黄砂事例におけるPM_{2.5}濃度上昇と視

程悪化」（長野県環境保全研究所）では、黄砂の影響によるPM_{2.5}濃度上昇と視程の関係について解析した結果について報告された。2021年3月末の黄砂事例は全国的規模で、長野県でも黄砂が観測された。長野県内のPM_{2.5}濃度変動は、地域毎に同じ変動パターンが見られており、広域的に黄砂が分布していることが示唆された。また、PM_{2.5}濃度と視程の関係プロットから、PM_{2.5}の濃度上昇に伴い視程は低下することが確認された。さらに、湿度データも併せて解析を行ったところ、同じPM_{2.5}濃度でも高湿度ほど視程が低い傾向が見いだされた。質疑応答ではPM_{2.5}濃度変動の地域差等について質問があり、長野県特有の地形との関係について議論が交わされた。

「東京都における大気中フロン類の濃度変動特性」

（東京都環境科学研究所）では、東京都における特定フロンおよび代替フロンの大気中濃度の経年変化等について解析した結果が報告された。オゾン層破壊物質のため製造が禁止されているCFC類は、月ごとの濃度変動は小さく、バックグラウンド地点と都内とで濃度差はほとんどなかった。段階的に規制がかかったHCFC類は、かつては濃度の変動幅が大きかったが、近年の変動幅は小さくなっている。CFC類やHCFC類に代わる物質として登場したHFC類は、バックグラウンド地点よりも都内の方が高い濃度で検出され、都内に局所的な発生源が存在する可能性が考えられた。HFC類は、地球温暖化物質として問題視されており、国内の排出量（漏えい量）は増加傾向にあることから、大気中濃度の変化を把握する必要がある。フロン類は、有害大気汚染物質調査のVOC測定と同時分析が可能であることから、今後を見据えて、地環研共同で測定やデータ解析をやってみたらどうかとの提案もなされた。質疑では、季節変動とその要因、フロンの排出経路や使用実態など活発に議論が交わされた。

「GC-HRMS を用いた 大気中におけるベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤(BUVSs)の物質別、季節毎の濃度実態について」（兵庫県環境研究センター）では、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の大気中における実態把握を目的として実施した調査結果について報告された。紫外線吸収剤は、様々なプラスチック製品の劣化や黄変を防止するために広く使用されており、内分泌攪乱作用を持つため注目されている物質である。これまでは水環境での調査が中心で、大気中データは少ないことから、紫外線吸収剤の粒子態およびガス態の大気中濃度を季節毎に調べた。紫外線吸収剤は、気温が高い季節はガス態で、気温が低下すると粒子態に多く存在する傾向にあることが示された。ただし気温に対するガス・粒子分配係数は成分によって違いが見られるとのことであった。質疑では、紫外線吸収剤の反応機構やガス・粒子分配と蒸気圧の関係などについて議論が交わされた。

以上、本セッションでは、大気環境を共通事項とし、シミュレーションやPM_{2.5}、フロン類、化学物質といった幅広い内容の研究報告がなされた。解析手法や分析手法などは、各地環研の調査研究にも参考になる内容であり、限られた時間の中、議論も活発に行われ有意義なセッションであった。

廃棄物、その他

鳥取県衛生環境研究所

成岡 朋弘

本セッションでは、廃棄物に関して4題、地盤に関して1題の研究発表があった。

「埼玉県内の一般廃棄物最終処分場担当者の連携による課題解決に向けた取り組み」（埼玉県環境科学国際センター）の発表では、埼玉県の「県内最終処分場設置団体連携会議」が設置された経緯や運用状況について報告があった。

この連携会議は、一般廃棄物最終処分場の維持管理に関する連携を促進するために設立され、一般廃棄物の最終処分場を運営する機関や団体が情報共有し、課題解決に取り組む場として活動している。特に、最終処分場の老朽化や廃止に関する課題が浮かび上がっているため、これらの問題に対処するための取り組みが行われている。また、最終処分場の廃止に関する最新情報や科学的事象についての意見交換も行われ、参加者の交流と情報共有が進んでいる。今後も連携会議が継続的に開催され、実務者の課題解決に寄与することが期待される。

質疑応答では、処分場の廃止が難航するケースにおいてどのように対応すべきか質問があり、廃止基準を満たせば問題ないとされているが、住民の理解をしっかりと得る必要もあり、埋立物の管理方法の見直しや自主基準の撤廃等を考慮していかなければならないが、実情としては特定の解決策がない状況であるとの回答があった。

「管理型最終処分場からのフッ化物イオンの溶出挙動に関する考察」（福井県衛生環境研究センター）の発表では、北陸地方の平坦地にある管理型最終処分場の浸出水中のF濃度に焦点を当て、その溶出特性について報告された。

浸出水中の塩化物イオンとフッ化物イオンの濃度に関する結果から、埋立開始からの経過時間や埋立廃棄物の安定化段階が示唆された。塩化物イオンは埋立途中に急激な濃度上昇を示し、埋立終了後は指数関数的な濃度低下が観察された。一方で、フッ化物イオンは埋立開始から

の約20年間にわたり緩やかな濃度上昇を示し、そのメカニズムはまだ解明されていないが、PFASの生物分解が関与している可能性が示唆されている。PFASの問題が最終処分場で注目されており、この研究もフッ化物イオンの挙動がPFASと類似していることから、生物分解が寄与している可能性が考えられた。ただし、これを確認するためには詳細な追加の調査・研究が必要である。

質疑応答では、フッ化物イオンの溶出に関連し、PFASの分解に微生物が関与している可能性について質問があり、PFASの分解については国外を含めて知見が非常に少ない中で情報を整理しつつあること、PFASが最終的にF-まで分解されるかどうかについての確証が得られていないこと、嫌気性分解でもPFASの分解が進む可能性があること等の回答があった。

「N,N'-ジエチルパラフェニレンジアミン（DPD）を発色剤としたアスベスト迅速検出技術の開発」（広島県立総合技術研究所保健環境センター）の発表では、アスベスト迅速検出技術として、DPDを発色剤として用いた方法が報告された。

アスベストの従来の検出方法は、高額な分析装置や専門知識を必要とするが、この方法は分析機器を使用せず、現場で誰でもアスベストの有無を判別できるものである。具体的には、発色剤として使用するDPDがアスベストに選択的に反応して発色し、少量のアスベストでも目視可能な発色を示す。クリソタイルの発色機構の解明により、DPDによるキレート作用が発色の一因であることが明らかになっている。この簡易アスベスト検出技術は、現場での実用性が高く、改正大防法の施行に伴いますます需要が増すことが期待される。今後は実建材を用いた検証を進めるとのことで、より現場に適した技術の開発が期待される。

質疑応答では、この方法で検出できない場合の要因について質問があり、鉄粉の混入やセメント等の強アルカリ性の物質が原因となっている可能性があるとの回答があり、検体の採取後に水洗いやほこりの除去を行ってから検査を行っているとのことであった。

「山口県における海岸漂着危険物の実態調査について」（山口県環境保健センター）の発表では、山口県内の海岸に漂着した危険物の実態について報告された。

漂着物の種類はポリタンク、ペットボトル、消火器、スプレー缶など多岐にわたり、危険物として最も多く回収したのが内容物不明の液体であった。漂着物の種類と量には地域特性があり、潮流の影響が少ない地点ではガラス片などが多かった一方で、潮流の影響が大きい地点では外国由来の危険物が多く確認された。特に硫酸が含まれたポリタンクが漂着しており、これらの危険物が安全に処理される必要がある。また、漂着した液体容器の

中には尿やたばこが混ざったものもあり、取り扱いには十分な注意が必要である。山口県に漂着した漂着物が危険物を含んでいる割合を算出すると、廃ポリタンクでは年間漂着個数の0.2%、ペットボトルでは2.6%であった。今後も漂着危険物への対応に備え、知見や分析事例を蓄積していくことが期待される。

質疑では、漂着物中の内容物について分析をする際の対応について質問があり、漂着物はケースバイケースであり事例の蓄積が必要であること、それに対応するために経験者のノウハウが大切だがその蓄積が不足していること、経験者の退職によりノウハウが失われる状況が進行していること等の背景から、今後に備えて過去の事例を蓄積していく体制を構築したとの回答があった。

「干渉 SAR による地盤沈下監視」（千葉県環境研究センター）の発表では、マイクロ波合成開口レーダー（SAR）衛星データを使用した地盤変動の解析結果が報告された。

2018年から2021年までの各年における地盤の変動を88,000箇所のPersistent Scatterer（PS）点から抽出

し、変動図を得た。この解析結果を水準測量のデータと比較すると、地域的には一般的に似た傾向を示し、調和的な結果が得られた。しかし、変動量には異なる参照点や不動点が存在するため、相対的には差異が見られた。特に参照点から離れた画像の周縁部では、変動量の差異が著しく、これは地域的な地殻変動や水準測量の不動点の変動に影響された可能性が示唆された。干渉SARは水準測量では捉えづらい局所的な変動も観測でき、高密度な観測が可能であったが、観測ノイズに起因する誤差があり、PS点の位相が不安定で変動値の信頼性は水準測量よりも低いと考えられた。総じて、SAR衛星データの解析による地盤変動の観測は、水準測量と組み合わせることにより有益であることが示された。今後も定期的な解析を行い、地盤沈下の監視とその要因の解明への寄与が期待される。

質疑では、衛星データを使用した測量について質問があり、衛星の具体的なデータ取得方法の他、衛星データを使用することで時間的に高密度な測量データを得られること、土木分野に限らず幅広い分野で今後の活用の可能性があること等の回答があった。

<報 文>

大和川水系竜田川における河川緑色事案の原因究明について*

浦西洋輔**・高林泰斗**・北岡洋平**・平山可奈子**・田原俊一郎**

キーワード ①異常水質 ②公共用水域 ③HPLC-PDA ④発色剤 ⑤フルオレセインナトリウム

要 旨

当センターでは異常水質発生時、指導部門が現場確認、原因調査を行い、必要に応じて検査部門が原因物質の特定に努めている。今回、奈良県大和川水系竜田川において河川が鮮やかな緑色に染まるという事案が発生し、原因物質の特定を依頼された。搬入された試料の物性や先行事例等から原因物質をフルオレセインナトリウムと推定し、紫外線照射やHPLC-PDA、LC-MS/MSを用いて同定試験を実施した。結果、緑色河川水中から発色剤であるフルオレセインナトリウムを同定できた。本事案は朝5時頃に通行人からの通報で発覚し、同日12時過ぎに検査部門へ試料が搬入され、同日15時頃に検査結果を本庁所管課に報告するという、迅速に原因物質を究明した案件であった。

1. はじめに

異常水質が発生した際、本県では異常水質対応措置要領に基づき、関係機関と密に連携しつつ迅速に対応することが定められている。当センターにおいては異常水質発生時、指導部門が速やかに現場確認、原因調査、必要に応じて試料の採取を行い、検査部門が原因物質の特定に努めている。今回、河川が鮮やかな緑色に染まるという事案が発生し、迅速に原因物質を特定することができたため、詳細を報告する。

2. 事案概要

令和5年7月5日朝5時頃、通行人から竜田川が緑色を呈しているとの通報が市管理施設にあった。市及び当センターが原因調査をしたところ、竜田川上流のモチ川から鮮やかな緑色を呈する水が流れているのが確認された。発生現場付近の路上、フェンス及び護岸壁には茶褐色の物質が広範囲に付着しており、水をかけると明るい黄緑色を呈した。発生現場写真を図1に、周辺地図を図2に示す。近隣住民へのヒアリングでは、前日の19時頃は通常の河川であり緑色ではなかったとのことであった。現地にて簡易水質検査を実施した結果、有毒及び有害性、その他顕著な値は認められなかった。また魚のへい死等はなく、緑色河川中でも魚は通常どおり泳いでいることを確認した。同日10時40分頃当センター検査部門に上記事案の連絡があり、原因物質の特定を依頼された。試料は

同日12時過ぎに搬入された。

3. 原因物質の推定及び同定試験方法

3.1 原因物質の推定

上記事案概要及び搬入された試料から原因物質の推定を試みた。搬入された試料は、現場に付着した粉体、緑色に呈した異常水質河川水（以下、緑色河川）、異常水質発生現場上流の緑色に呈していない河川水（以下、上流河川）であった。試料の物性等は、①現地で採取した粉体は赤褐色であり、水に良く溶けること。②少量の水に溶かず（10000 mg/L程度）と黄赤色を呈するが、希釈する（1000 mg/L程度）と黄緑色を呈すること。③2011年にカナダにて河川が緑色に染まるという同様の先行事例があり、その際の原因物質がフルオレセインと報告されていること¹⁾。④しかしながらフルオレセインは水に溶けない²⁾こと。これら①～④の特徴や先行事例から、水に良く溶ける本事案の粉体はナトリウム塩ではないかと考え、フルオレセインナトリウムが原因物質であると推定し同定試験を実施した。

3.2 試薬

フルオレセインナトリウム標準品、リン酸水素二ナトリウムは試薬特級を、アセトニトリルはLC/MS用を用いた（以上、富士フィルム和光純薬工業（株）製）。10 mol/L酢酸アンモニウム溶液は（株）ニッポンジーン製

*Green color incident in the Tatsuta River of the Yamato River System and its Source Pollutant

**Yosuke URANISHI, Taito TAKABAYASHI, Yohei KITAOKA, Kanako HIRAYAMA, Syun-ichiro TAHARA（奈良県景観・環境総合センター）Nara Prefecture Landscape and Environment Center



図1 緑色発生現場



図2 緑色発生現場周辺地図

(Map data ©2024 Googleを加工して作成)

を用い、精製水は超純水製造装置Milli-Q Reference (MERCK MILLIPORE製)により精製した超純水を用いた。フルオレセインナトリウム標準品を精製水に溶解させ、10000 mg/Lの標準原液を作製し、それを精製水で適宜希釈し1~100 mg/Lの標準液（以下、標準液）を作成した。

3.3 同定試験方法

フルオレセインは紫外線（UV）照射によって蛍光することが知られている²⁾。そこで、FDK（株）製ミニ蛍光灯SF343を用いて試料にUV（343nm）を照射し、蛍光の有無を確認した。

次に、HPLC-PDAにて測定を実施した。HPLC-PDAの測定方法はジーエルサイエンス（株）のアプリケーションノートを参考³⁾としたが、本手法は合成着色料18成分の一斉分析法であり、測定時間が50分と時間がかかることから、迅速に結果を得ることを目的に測定時間を10分に変更し、表1のとおりとした。試料

表1 HPLC測定条件

HPLC-PDA	Waters
Column	Inertsil ODS-4 Φ2.1 mm × 150 mm, particle size 5 μm
Mobile Phase	A: 10mM Na ₂ HPO ₄ (pH6.9) B: CH ₃ CN
Percentage of mobile phase A	10% (0 min) → 15% (10 min)
Flow Rate	0.8 mL/min
Column Temp	40 °C
Injection Volume	10 μL
Detector	PDA detector (200~700 nm)

表2 LC-MS/MS測定条件

LC-MS/MS	Acquity UPLC system (Waters)
LC system	ACQUITY UPLC BEH C18
Column	Φ2.1 mm × 100 mm, particle size 1.7 μm
Mobile Phase	A: 0.01mol/L Ammonium acetate solution (aq) B: CH ₃ CN
Percentage of mobile phase A	98% (0 min) → 40% (10 min) → 40% (12 min) → 98% (12.1 min) → 98% (15 min)
Flow Rate	0.25 mL/min
Column Temp	40 °C
Injection Volume	2 μL
MS/MS system	Xevo TQ MS (Waters)
Ionization mode	ESI-Positive
Capillary voltage	3.5 kV
Source temperature	150 °C
Desolvation Temp	300 °C
Desolvation gas	Nitrogen, 1000 L/hr
Monitor ion	Parent(m/z) > Daughter(m/z) 332.9 > 201.9 332.9 > 230.9

の前処理は、河川の呈色具合から1~10 mg/L程度と推定されたため濃縮や希釈は行わず、(株)アドバンテック社製メンブレンフィルター（孔径0.2 μm）によりろ過のみ実施した。

最後に、確認検査としてLC-MS/MSでも測定を実施した。LC-MS/MSの測定条件は表2のとおりとした。

4. 結果

4.1 UV照射

試料及び標準液にUVを照射した結果を図3に示す。UV照射により標準液及び緑色河川は蛍光を発生し、対照とした上流河川では蛍光を発生しなかった。本結果より、緑色河川はフルオレセインナトリウムと同様に、UV照射によって蛍光を発生することが判明した。

4.2 HPLC-PDA

HPLC-PDAによる測定においては、フルオレセインの吸収極大波長は490 nmであると知られている²⁾ことから、まず490 nmのクロマトグラムを確認した。結果、緑色河川と標準液のピークがR.T.: 6.9 minで一致し、対照とした上流河川では当該R.T.にピークは見られなかった。そこで、ピークが一致したR.T.: 6.9 minの吸光スペ

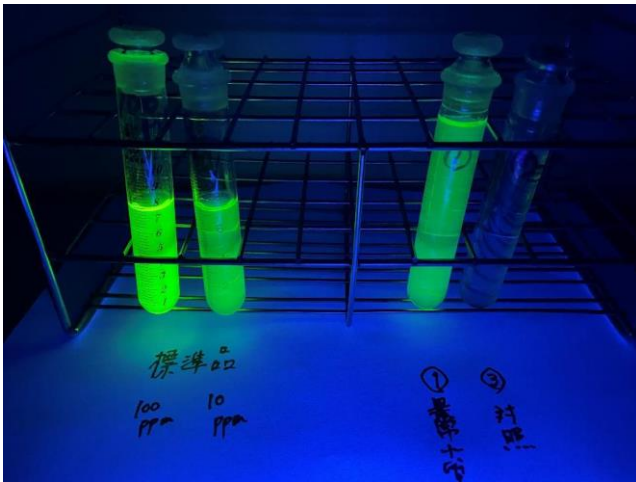


図3 UV照射結果

(左から、標準液100 mg/L, 標準液10 mg/L, 緑色河川, 上流河川)

クトル (200~700 nm) を確認した。HPLC-PDAの測定結果を図4に示す。目視でも緑色河川と標準液の吸光スペクトルは同一に思われたが、Waters社のスペクトルコントラストアルゴリズムを用いて比較・評価を行った結果、標準液と緑色河川とのスペクトルコントラスト角度は1°以下であったため、標準液と同一の化合物が緑色河川に含まれていると判断した。

これら4.1及び4.2の結果と現場状況及び原因物質の物性から、河川が緑色を呈した原因物質はフルオレセインナトリウムであると断定し、試料搬入日の15時頃本庁所管課に結果を報告した。本同定結果を基に所管課より同日19時30分に報道発表がなされ、物理化学的危険性、健康に対する有害性はほとんど無いフルオレセインナトリウムが竜田川緑色河川中より検出されたことを公表した。

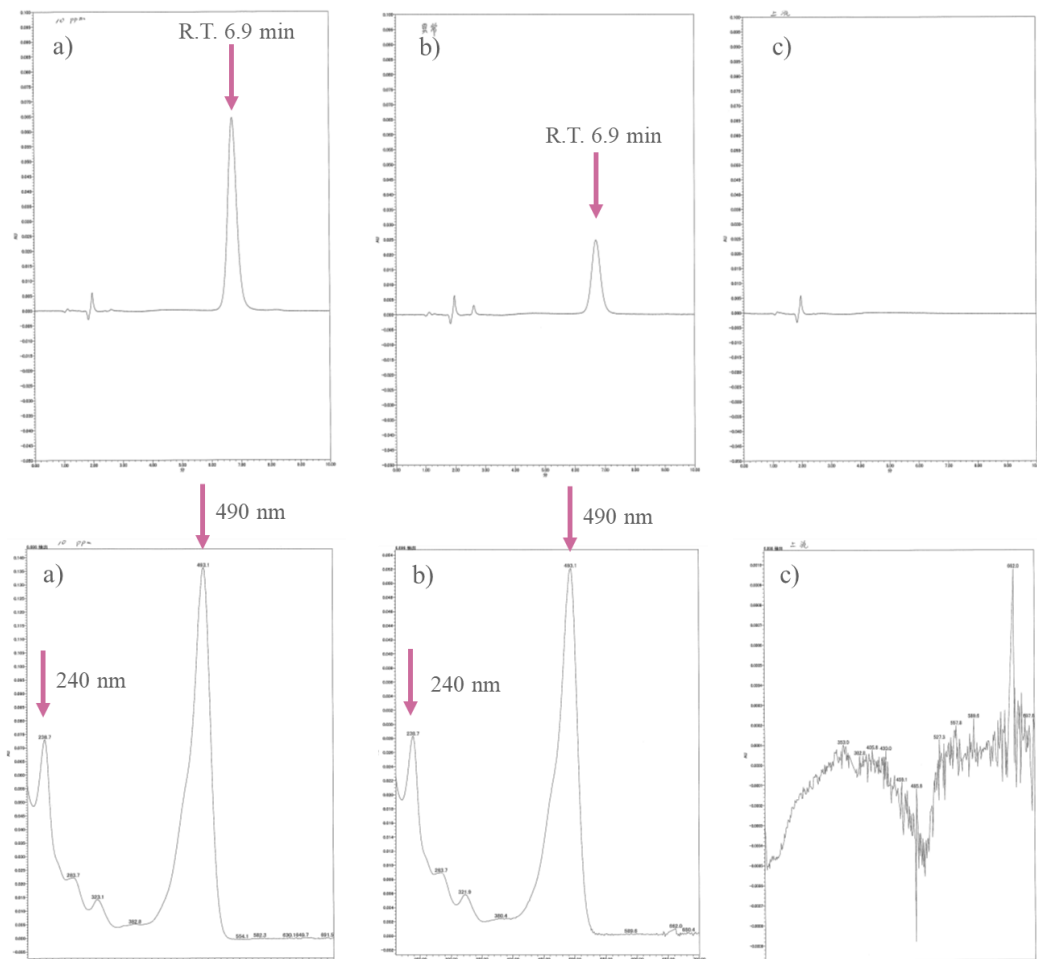


図4 HPLC-PDA測定結果

上図 吸収波長490 nmのクロマトグラム

下図 R.T. : 6.9 minの吸光スペクトル (200~700 nm)

a) 標準液10 mg/L, b) 緑色河川, c) 上流河川

4.3 LC-MS/MS

結果報告後、LC-MS/MSにて確認試験を実施した。
LC-MS/MSにてフルオレセインの質量情報（ m/z 332.9＞230.9, 201.9）を確認した結果、標準液のピークと同一のR.T.において緑色河川でもピークが見られ、対照とした上流河川ではピークが見られなかったことから、フルオレセインナトリウムが緑色河川に含まれていることを確認できた。

5. まとめ

本事案の経過を表3にまとめた。本事案では、通報後数時間で原因物質の特定に至り、迅速な結果報告ができた。当センターは現場対応を行う指導部門と測定を実施する検査部門が統合されており、お互いの連携がスムーズであったことが今回の迅速な結果報告に繋がったと考えられる。また、日頃より機器分析に習熟し、分析手法を検討する等分析能力向上に努めていたことが、分析経験の無い物質の迅速な同定に役立ったと自負している。本事案は、平時とは明らかに異なる河川呈色であり、住民の多くを不安にさせるものであったが、原因物質を特定したことで、物理化学的危険性や健康に対する有害性は無いことを迅速に関係各所に共有することができ、県民の迅速な不安解消に役立てた案件であった。

表3 事案経過まとめ

令和5年7月5日	
5時00分頃	通行人より通報
↓	
10時40分頃	検査部門に連絡
12時00分頃	検査部門に試料搬入
↓	
15時00分頃	所管課に結果報告
↓	
19時30分頃	報道発表

6. 引用文献

- 1) CTV News : Green river caused by non-toxic substance, <https://bc.ctvnews.ca/green-river-caused-by-non-toxic-substance-1.591289> (2024.2.1アクセス)
- 2) 富士フィルム和光純薬（株）：フルオレセイン, <https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01W0106-0025.html> (2024.2.1アクセス)
- 3) ジーエルサイエンス（株）：PDA検出器を用いた着色料の分析, <https://www.gls.co.jp/viewfile/?p=LT002> (2024.2.1アクセス)

<報 文>

ATR-FT/IR法及び蛍光X線分析法を用いた 絶縁油中の簡易PCB濃度推定手法の開発*

濱脇 亮次**

キーワード ①PCB ②ATR-FT/IR法 ③蛍光X線分析法 ④絶縁油 ⑤簡易測定法

要 旨

ATR-FT/IR法及び蛍光X線分析装置(EDX)を用いて、絶縁油中に含まれる簡易PCB推定手法の開発を試みた。検討の結果、ATR-FT/IR法を用いることで、絶縁油の種類を正確に判別できた。さらに、蛍光X線分析法により絶縁油中に含まれる塩素濃度を測定することで、絶縁油中に含まれるPCB濃度の予測が可能となった。以上のことから、ATR-FT/IR法と蛍光X線分析法を組み合わせたこの方法は、絶縁油中に含まれるPCB濃度を簡便かつ迅速に推定できる手法であると考えられた。

1. はじめに

ポリ塩化ビフェニル(以下、PCB)はベンゼン環が2つ結合したビフェニル環の水素が1から10個の塩素に置換した有機塩素化合物の総称であり、化学的に非常に安定でかつ不燃性であることから変圧器、コンデンサの絶縁油、熱交換器の熱媒体として大量に使用された。しかし、昭和43年のカネミ油症事件をきっかけにその毒性が社会問題化し、昭和47年以降製造・使用が中止された。その後、PCBをはじめとした残留性有機汚染物質(POPs)の世界的な汚染を背景にPOPsに関するストックホルム条約が発効され、我が国においてもPCB廃棄物の早期適正処理を目的としたポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法(平成13年法律第65号、以下PCB特措法)が制定され、PCB廃棄物の全廃に向けた取組が日本各地で積極的に行われている^{1),2)}。

PCB廃棄物は「高圧トランス・コンデンサ等」、蛍光灯安定器や感圧複写紙等の「安定器等・汚染物」、絶縁油としてPCBを使用していないがPCBに汚染された「微量PCB汚染物電気機器等」の3つに分類され、それらはPCB濃度に応じて「低濃度PCB廃棄物(PCB濃度:0.5~5,000mg/kg)」と「高濃度PCB廃棄物(PCB濃度:5,000mg/kg以上)」に分類される。

通常、これらの分類は電気機器の銘板等に記載されているメーカー、型式、製造年月日等から判別するが、PCBの有無が不明な場合、機器分析による分析を行う必要がある。一般に、絶縁油に含まれるPCBの分析は「絶縁油中

の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル³⁾(以下、PCB簡易測定マニュアル)」によって行われるが、分析を開始してから結果が判明するまでに最低でも数日間を要し、絶縁油に含まれるPCBの有無が不明な場合、PCB簡易測定マニュアルによる分析が必要とされる。また、PCBは化学的に安定である特性を有することから、環境中で分解しにくいいため、不適正な保管等を発見した際は、直ちに絶縁油に含まれるPCBの有無を分析し、PCBが検出された際は、直ちに環境中への漏洩を未然に防ぐ必要がある。

本研究では、絶縁油中に含まれるPCBの有無を迅速かつ簡便に推定する手法の開発を目的として、全反射フーリエ変換赤外分光法(ATR-FT/IR法)及び蛍光X線分析法を組み合わせた絶縁油中の簡易PCB濃度推定手法について検討したので、その内容について報告する。

2. 方法

2.1 試料及び分析方法

PCBを含む電気絶縁油は広島県内の事業場等から発生した122試料(以下、現場試料)を用いた。この電気絶縁油中のPCB濃度はPCB簡易測定マニュアル³⁾に準じて測定を行った。PCB標準溶液はKC-300、KC-400、KC-500及びKC-600が重量比1:1:1:1の割合で混合されたカネクロール混合液(KC-mix, GLサイエンス社製:1021-58080)を用いた。絶縁油はENEOS株式会社製HSトランスN(1種)を使用した。なお、1種以外の絶縁油は入手困難であったため、2種(分岐鎖/直鎖型のアルキルベンゼン)として東京化

*Development of a Simple Method for Measuring PCB Concentration in Insulating Oil Using ATR-FT/IR and X-ray Fluorescence Spectrometry

**Ryoji HAMAWAKI (広島県立総合技術研究所保健環境センター)

The Hiroshima Prefectural Technology Research Institute, Public Health and Environment Center

成工業株式会社製のオクチルベンゼン, 3種(ポリブテン)としてシグマアルドリッチジャパン合同会社製のポリブテン, 4種(アルキルナフタレン)としてシグマアルドリッチジャパン合同会社製の1-メチルナフタレン, 5種(アルキルジフェニルアルカン)として富士フイルム和光純薬社製ジメチルジフェニルメタンを使用した。硫酸(精密分析用), 発煙硫酸及びジクロロメタン(PCB・残留農薬用)はいずれも富士フイルム和光純薬社製を使用した。ヘキサン及びアセトンは関東化学社製(PCB・残留農薬測定用)を使用した。ジクロロメタンは富士フイルム和光純薬社製(PCB・残留農薬用)を使用した。PCBカラム精製は10%硝酸銀シリカゲル0.5g及びシリカゲル3.0gが充填されたHARF-column™-PCB(島津ジーエルシー社製)を使用した。

2.2 ATR-FT/IR法による絶縁油の油種判別

絶縁油は JIS C 2320において1種(鉱油), 2種(分岐鎖/直鎖型のアルキルベンゼン), 3種(ポリブテン), 4種(アルキルナフタレン), 5種(アルキルジフェニルアルカン), 6種(シリコン油), 7種(1種と2種の混合油)に分類され⁴⁾, PCB簡易測定マニュアル³⁾ではそれぞれの油の種に応じた分析方法が示されている。

このマニュアルには硫酸処理時における硫酸層の外観から油種を判別する方法が示されているが, これは絶縁油の酸化状況や夾雑物の影響により, 同じ挙動が確認されないことが頻繁に見られる。絶縁油の1種から7種はいずれも炭素及び水素からなる有機化合物であるが, それぞれの油によって炭素及び水素の結合状態は異なる。そこで, 炭素及び水素の結合状態を迅速に測定できるATR-FT/IRを用いて絶縁油の種の判別を試みた。ATR-FT/IRはShimadzu製IRSpirit-Xを使用し, 分解能 4cm^{-1} , 積算回数128回, 測定波長 $4000\text{cm}^{-1}\sim 400\text{cm}^{-1}$, 透過モードの条件により測定を行った。この条件における分析の所要時間は約1分である。なお, PCBのIRスペクトルはプリズム上にPCB標準液を数滴滴下し, ヘキサンを完全に蒸発させた後に測定を行った。

2.3 蛍光X線分析法による絶縁油中のPCB簡易濃度推定

蛍光X線分析装置(以下, EDX)はShimadzu製EDX-7000を用いた。この装置はシリコンドラフト検出器(SDD)と光学系を最適化した分析装置であり, 従来のSi半導体を使用したEDXよりも高感度かつ迅速に分析を行うことが可能である。蛍光X線分析による定量方法は検量線法とファンダメンタルパラメータ法(FP法)があるが, 分析の簡便性を重視し, 標準試料を必要としないFP法を採用した。EDX-7000による分析は装置専用のポリエチレン容器とポリプロピレン製フィルムを用いて分析を行った。

なお, 蛍光X線分析による所要時間は約2分間である。

3. 結果及び考察

3.1 ATR-FT/IR法による絶縁油の油種判別

1種から5種のそれぞれの電気絶縁油及びPCB標準液のIRスペクトルを図1に示す。いずれの電気絶縁油も異なるスペクトルであり, ATR-FT/IR法を用いることで, 電気絶縁油の判別は可能であった。また, 6種のシリコン油は入手できなかったが, 藤岡⁵⁾が示しているIRスペクトルでは, 図1のaからeとは異なるスペクトルであった。7種は1種と2種の混合油であることから図1のaとbのIRスペクトルを足し合わせたスペクトルを示すと考えられる。以上のことから, ATR-FT/IR法を用いることでより正確な油種判別が可能である。

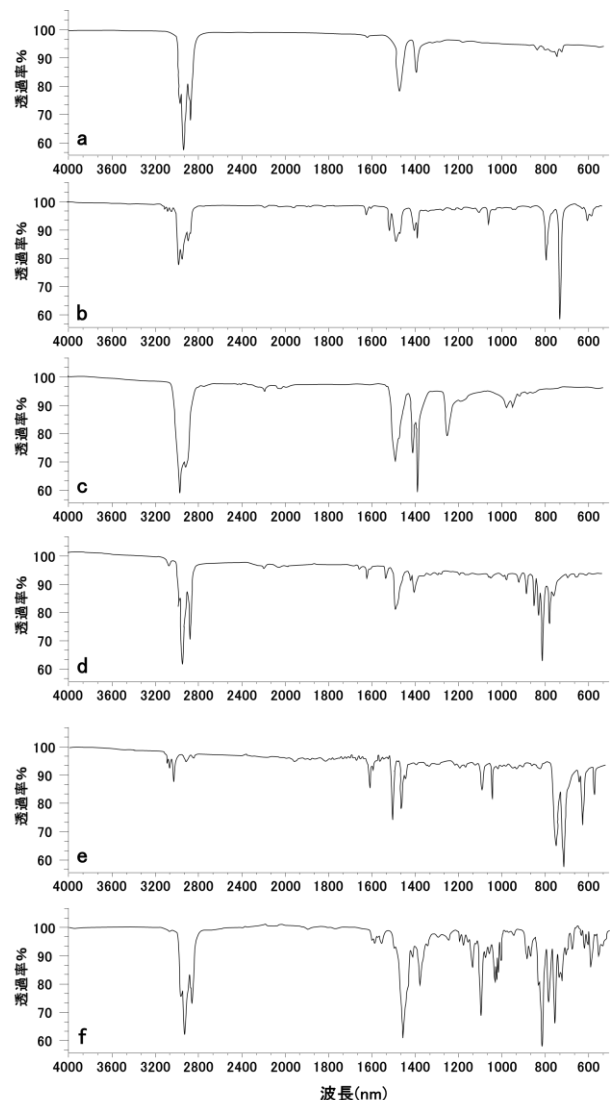


図1 電気絶縁油及びPCBのFT-IRスペクトル

a:1種, b:2種, c:3種, d:4種, e:5種, f:PCB

本報で対象とした122種の現場試料について, この方法による油種判別を行った。その結果, 119種が1種の鉱

油、3種が3種のポリブテンであり、電気絶縁油には1種が主に使用されていたと推定される。

図1の1種(a)とPCB標準液(f)のIRスペクトルを比較すると 600cm^{-1} から 1300cm^{-1} にかけてPCBに起因する吸収が見られる。一般に、鉱油は芳香族炭化水素を主成分とすることから、炭素-水素(C-H)結合や炭素-炭素(C-C)結合を主とした化合物であり、C-H結合及びC-C結合に由来する吸収は 660cm^{-1} から 1500cm^{-1} の領域に存在し、現場試料のFT-IRスペクトルである図2のb及びcに見られるピーク(シグナル)はC-H結合及びC-C結合に由来する吸収である。一方、PCBはC-C結合やC-H結合に加え、炭素-塩素(C-Cl)結合を有し、 600cm^{-1} から 660cm^{-1} の領域においてC-C結合、C-H結合にはないC-Cl単独の吸収を示すことが報告されている^{6), 7)}。そこで、この領域における吸収強度からPCBの有無を評価した。その結果を図2に示すが、PCB濃度が $1,100\text{mg/kg}$ の絶縁油からC-Cl結合に由来する吸収が認められ、それ以上の濃度では絶縁油中のPCB濃度に応じてそのシグナル強度は大きくなった。以上のことから、ATR-FT/IR法は絶縁油の種類を判別できることに加え、 $1,000\text{mg/kg}$ 以上のPCBを含む絶縁油を同時に把握できる手法と考えられる。

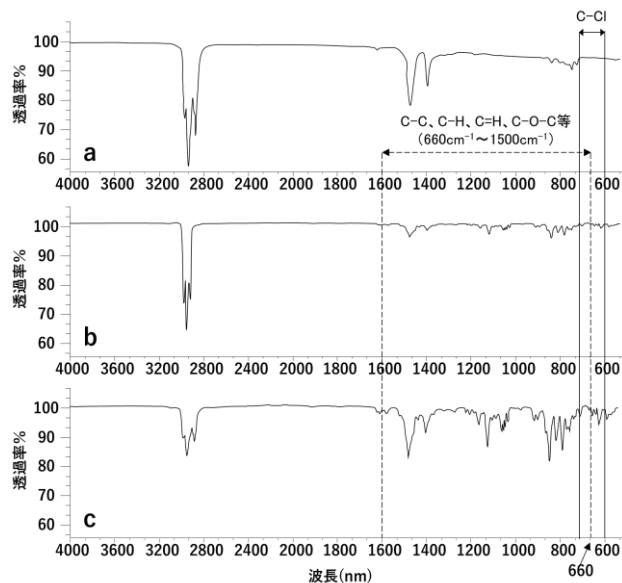


図2 現場試料のFT-IRスペクトル

a: 絶縁油(PCB未検出), b: PCB濃度: $1,100\text{mg/kg}$,

c: PCB濃度: $46,000\text{mg/kg}$

3.2 蛍光X線分析法による絶縁油中のPCB簡易濃度推定

これまで、我々は蛍光X線分析法から得られた絶縁油中の塩素含有割合から絶縁油に含まれるPCB濃度の推定が可能であることを報告している⁸⁾。この手法は 40mg/kg 以上のPCB濃度を推定することが可能であること

から、現場試料122試料中PCB濃度が 40mg/kg 以上であった40試料を対象とし、同様の検討を行って得られた塩素含有量(C1%)とPCB濃度を比較した。PCB簡易測定マニュアルによる絶縁油に含まれるPCB濃度測定結果を表1に示し、PCB濃度とEDXによるC1%との関係性を図3に示す。図3は既報⁸⁾と同様にPCB濃度を低濃度($0\text{--}500\text{mg/kg}$)、中濃度($500\text{--}10,000\text{mg/kg}$)、高濃度($10,000\text{mg/kg}$ 以上)の領域に分類し、PCB濃度とC1%の関係性を示したものである。なお、図には、参考データとして既報の測定値(○)とその近似直線を実線で示した。

その結果、全ての濃度領域において、PCB濃度とC1%には高い相関が見られ、既報⁸⁾と同様の傾向があることが認められた。絶縁油にはポリ塩化ナフタレン(PCN)が非意図的に含まれることがあり、これが図3に示した関係性を低下させる可能性が考えられたが、本報で対象とした現地試料にPCN等の妨害物質は含まれておらず、対象とした試料にはいずれもPCB分析やEDX分析に影響を及ぼす妨害物質は含まれていなかったと考えられる。

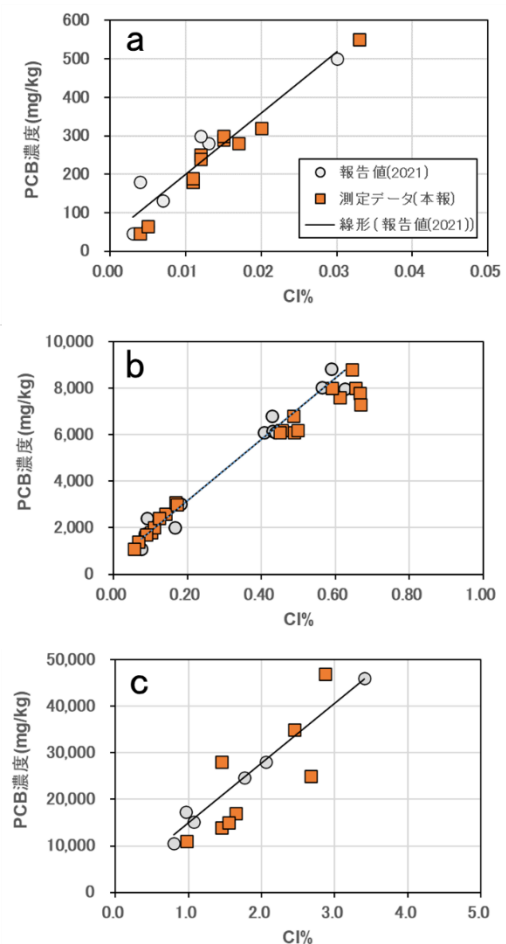


図3 絶縁油のC1%とPCB濃度の関係

a: 低濃度, b: 中濃度, c: 高濃度

なお、PCB簡易測定マニュアルに示された分析法において、最も汎用性の高いと考えられるGC-ECD法では、表

1にも示すように絶縁油中のPCB濃度が25mg/kg以上を超える試料は絶縁油の希釈が必ず必要となる。そのため、C1%からPCB濃度を推定するこの手法はPCB簡易測定マニュアルにおける分析時間を短縮する点においても非常に有用な手法であると考えられる。

表1 簡易測定マニュアルによる絶縁油中のPCB濃度

Sample No.	絶縁油種	希釈率	回収率%	ΣCB0%	ΣCB2%	PCB濃度 (mg/kg)
1	1種 (鉱油)	10000	97.06	74.55	4.33	2,400
2	1種 (鉱油)	200	101.59	95.67	22.46	180
3	1種 (鉱油)	500	105.34	92.73	15.14	300
4	1種 (鉱油)	500	103.44	72.19	11.84	320
5	1種 (鉱油)	50	91.11	85.63	17.74	46
6	1種 (鉱油)	200	100.20	90.09	21.53	190
7	1種 (鉱油)	5	92.24	98.30	82.26	89
8	1種 (鉱油)	5	86.00	99.18	82.47	97
9	1種 (鉱油)	5	97.78	99.18	47.51	96
10	1種 (鉱油)	5	94.74	99.18	93.65	100
11	1種 (鉱油)	5	137.20	99.15	91.72	460
12	1種 (鉱油)	5	106.93	98.36	115.31	120
13	1種 (鉱油)	5	101.61	98.05	40.39	40
14	1種 (鉱油)	20000	98.74	95.43	55.58	47,000
15	3種 (ポリブテン)	1000	49.53	92.06	31.20	1,800
16	1種 (鉱油)	200	88.76	91.66	39.75	2,000
17	1種 (鉱油)	1000	102.89	99.15	84.31	35,000
18	1種 (鉱油)	200	96.63	98.96	60.54	2,600
19	1種 (鉱油)	1000	102.56	93.78	68.03	14,000
20	1種 (鉱油)	1000	90.90	85.86	34.10	1,700
21	1種 (鉱油)	1000	85.48	96.41	25.42	6,200
22	1種 (鉱油)	1000	86.59	94.44	27.84	6,800
23	1種 (鉱油)	1000	89.36	96.63	26.31	6,100
24	1種 (鉱油)	1000	89.81	97.45	34.90	8,000
25	1種 (鉱油)	1000	98.54	95.73	78.23	17,000
26	1種 (鉱油)	1000	98.61	92.63	34.06	7,800
27	1種 (鉱油)	1000	97.51	94.26	32.67	7,300
28	1種 (鉱油)	1000	97.01	95.61	36.79	7,600
29	1種 (鉱油)	2000	83.04	81.07	25.24	15,000
30	1種 (鉱油)	2000	89.64	95.71	50.88	25,000
31	1種 (鉱油)	2000	91.73	92.95	31.62	3,000
32	1種 (鉱油)	200	99.96	92.33	61.22	550
33	1種 (鉱油)	1000	77.04	90.64	19.90	6,100
34	1種 (鉱油)	1000	99.53	91.25	26.51	6,200
35	1種 (鉱油)	10000	96.16	92.66	23.02	11,000
36	1種 (鉱油)	10000	96.19	83.07	55.23	28,000
37	1種 (鉱油)	200	101.25	90.97	32.24	1,400
38	1種 (鉱油)	10000	91.85	84.77	15.68	8,000
39	1種 (鉱油)	10000	96.16	87.40	17.84	8,800
40	1種 (鉱油)	2000	96.04	91.05	11.76	1,100

4. まとめ

ATR-FT/IR法と蛍光X線分析法を用いて、トランス、コンデンサ等に含まれる絶縁油中のPCB濃度を簡便に測定する手法を開発(図4)し、次の知見を得た。

- 1) ATR-FT/IR法を用いることで、より正確かつ簡便に絶縁油の種類を判別することが可能であった。
- 2) 蛍光X線分析を用いて、絶縁油中の塩素割合を求めることで、PCB濃度の推定が可能であった。
- 3) 本法で開発したATR-FT/IR法と蛍光X線分析法を組み合

わせた簡易PCB濃度推定手法は有用性の高い測定法であると考えられる。

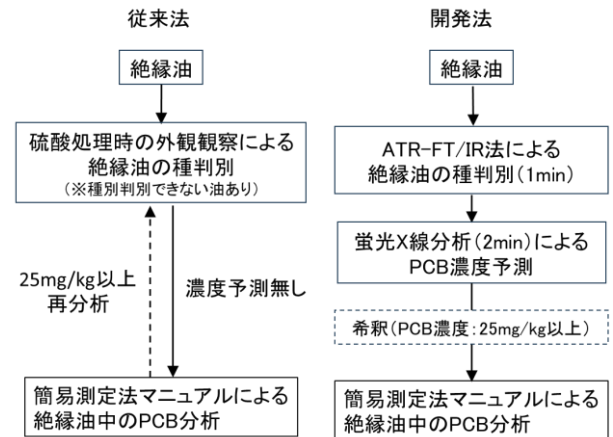


図4 ATR-FT/IR法及び蛍光X線分析法を組み合わせた絶縁油中のPCB分析フロー

5. 参考文献

- 1) 福井和樹：PCB特措法の改正および今後の展望について．廃棄物資源循環学会誌，**28**，(2)，112-119，2017
- 2) 宮金満：高濃度PCB廃棄物処理の経緯と期限内処理完了に向けて．廃棄物資源循環学会誌，**28**，(2)，127-132，2017
- 3) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物対策課：絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル（第3版）．平成23年5月
- 4) JIS C 2320：電気絶縁油，（一財）日本規格協会，2010
- 5) 藤岡裕二：赤外発行分析法と非平滑金属表面分析への応用．新日鉄技報第390号，pp. 82-88，2010
- 6) 黒岩清，藤田桂一：含塩素高分子の赤外吸収スペクトル．大蔵省関税中央分析所報，pp. 27-34，1970
- 7) 辻俊郎，斎藤実，田中義樹，柴田俊春，上牧修，伊藤博徳：FT-IRスペクトル解析によるポリ（塩化ビニル）の熱分解脱塩素化水素反応．日本化学会誌，No. 6，pp. 427-432，2000
- 8) 濱脇亮次，久保田光，藤井敬洋，大原俊彦：エネルギー分散型蛍光X線分析装置（EDX）を用いた絶縁油中のポリ塩化ビフェニル（PCBs）簡易予測手法の確立．広島県立総合技術研究所保健環境センター研究報告，**29**，pp. 33-40，2021

<報 文>

基礎自治体における防災分野の気候変動適応推進に向けて*

—長野県内の事例に基づく課題と方策の検討—

大木 洋平**

キーワード ①気候変動適応 ②防災 ③適応計画に基づく適応策 ④長野県・基礎自治体 ⑤東信地域

要 旨

国際・国レベルで設定された防災分野における気候変動適応の目標達成には地方部、とりわけ市町村レベルでの更なる取組みが必要である。将来的に強度・頻度の増加が予測される台風等気象災害に係る防災対策(以下、適応防災と定義)の推進は、地方行政にとって喫緊の課題である。適応防災の推進には他部局や近隣自治体、県など組織内外の関係者との連携を踏まえた計画づくりが重要である。適応策の実施へと繋げるフロー(適応のメインストリーミング化)を確立させ、市町村含む県全体での更なる適応防災能力強化(適応策創出・支援)により、災害にレジリエントかつ持続可能な地域社会の構築へと結びつく施策づくりの一助とすべく、本報文では県内の実態調査や要因分析、財源の確保へと結びつける有益なステップやツールを交え、行政の最優先事項である人命の保護に直結する“適応防災”の推進に有効な方策を提起する。

1. はじめに

1.1 国際的な気候変動適応と防災潮流

気候変動対策や防災に関連する地球規模課題の解決を目指して、2015年には3つの大きなグローバルフレームワーク(国際枠組)が採択された。

第一に、仙台市内において同年3月に開催された第3回国連防災世界会議では、2030年までの国際的な防災指針となる「仙台防災枠組2015-2030」¹⁾(以下、仙台防災枠組)が採択され、事前防災投資やBuild Back Better(より良い復興)など4つの優先行動に加えて、地方における防災戦略の策定など7つのグローバルターゲットが盛り込まれた。

第二に、同年9月にはミレニアム開発目標の後継となる「持続可能な開発のための2030アジェンダ」²⁾(以下、SDGs)が国連サミットにおいて全会一致で採択され、気候変動を含む17のゴール及び169のターゲットが策定された。ゴール13「気候変動に具体的な対策を」の目標の中には「気候関連災害に対する強靱性(レジリエンス)及び適応の能力を強化」することが設定されている。

第三に、同年11月に採択されたパリ協定³⁾において、「世界共通の長期目標として2℃目標の設定、1.5℃に抑える努力を追求する」ことが世界的に合意された。同協定2条には「気候変動の悪影響に対する適応能力とレジリエンスの強化」が明文化された。

1.2 国内の気候変動適応(防災)を取り巻く状況

このような世界的な潮流を受け、国内では幅広い政策の中に「気候変動×防災」を組み込み、政策の主流化に向けた取り組みが進んでいる。2018年12月には、気候変動適応法が施行された。同法に基づき、2020年12月には気象災害への気候変動影響を含めた「気候変動影響評価報告書」が環境省より公表されている。

また、同年2月より内閣府(防災担当)と環境省が連携し、気候変動リスクを踏まえた抜本的な防災・減災対策の在り方の検討が開始され、パリ協定・仙台防災枠組・SDGsを「『気候変動×防災』の三位一体」として同時達成を目指す共同メッセージが公表された。⁴⁾本内容には、気候変動と防災の国際的取組の進展に貢献していくことが明記されている。また、地区防災計画や地域気候変動適応計画の作成、防災教育など地域活動につなげる取組みの普及により、気候変動と防災への意識を多世代が身に付ける環境を創ることが重要であるとしており、子供から高齢者に至るまで地域レベルで学び続けることの重要性についても指摘されている。

概して、国際・国レベルでは国際枠組や国内法の整備により様々な取組みが進行中である一方、国内外を問わず地方・地域レベルの適応防災の目標達成には未だ多くの困難を抱えており、特に市町村での取組みは急務とみられる。そこで、次節では長野県内の状況を確認する。

*Towards the Development of Climate Change Adaptation in the Field of Disaster Risk Reduction in Municipalities -Reviews of Issues and Approaches Gained Through Case Studies within Nagano Prefecture -

**Yohei OKI(長野県環境保全研究所) Nagano Environmental Conservation Research Institute /

(信州気候変動適応センター) Local Climate Change Adaptation Center (LCCAC) in Shinshu

[全国環境研会誌] Vol.49 No.1 (2024)

1.3 長野県の適応防災の課題

長野県では「令和元年東日本台風（台風19号）」により、洪水氾濫や土砂災害などが県内各地域で発生し、死者23名、被害総額は2兆7千億円を超え、県民生活や経済活動に甚大な被害をもたらした。⁵⁾ このような背景から、2019年12月には都道府県としては初の「気候非常事態宣言」を発し、翌年10月にも2050ゼロカーボンを目指しに掲げた全国初の「長野県脱炭素社会づくり条例」を可決・成立させた。また、気候変動により想定される影響及びそれに対応するための適応策の概要（以下、適応策概要）を取りまとめ、2021年6月に公表している。⁶⁾

また、同月には2030年度までのアクションを定めた「長野県ゼロカーボン戦略」、「第一次長野県気候変動適応計画」⁷⁾（以下、県適応計画）を策定している。この中で、県は市町村に対して地域気候変動適応計画策定の支援や情報の提供を行うこととしている。

県の適応策は、県民生活や産業活動への影響が大きい分野から順次影響評価を行い、その対象分野や項目を追加していく点に特徴がある。農業・林業・水産業や、自然災害など全7分野（計15項目）が対象である。自然災害は洪水と土砂災害の2つの災害種に分け、更にその中で農業や治山などの分野において、①「現在取り組んでいる対策」、②「今後取り組む対策」として、それぞれ適応策の位置付けを行っている。適応策概要が示す2023年末時点における県の各災害種・各分野の適応策数は表1の通りである。②の実施予定策の増加につなげることが、適応防災における県の今後の課題の一つである。

表1 県内の自然災害分野の適応策数の内訳

項目 (自然災害)	分野	①現在実施中の 適応策数	②今後実施予定 の適応策数
洪水	建設・危機管理	14	2
	農業	2	-
	治山	2	-
	営利企業	3	-
土砂災害	建設・危機管理	13	2
	農業	4	-
	治山	10	-

適応策概要では、洪水への適応の方針として、今後の気象変化に伴う豪雨発生時に備え、千年に一度の降雨洪水浸水想定区域図の作成やハザードマップと連携した「地域の防災マップ」や「災害時住民支え合いマップ」等の作成支援を行うこととしている。

一方、土砂災害への適応の方針は、砂防事業等のハード整備、災害に強い森林づくり、信州防災「逃げ遅れゼロ」宣言による一時孤立に対応する災害に強い地域づくりなどがある。洪水及び土砂災害のいずれにも共通しているのは、県と市町村が一体となって防災・減災対策に取り組むことが求められているという点である。

2. 県内市町村における適応防災の現状と課題

2.1 市町村の適応防災の課題

国立環境研究所が運営する気候変動適応情報プラットフォーム(A-Plat)によれば、既に適応計画策定済みの長野県内の市町村数は3市2町となっている。⁸⁾ しかし、この数字は適応計画を策定・改訂した市町村が、同研究所へ自主的に報告を行っているものであるため、実態をどの程度反映しているかは不明である。

そこで、自治体の計画策定数のみならず、現時点における県内の適応防災の進捗や取組状況を、より正確に把握するため、各市町村へのアンケート調査及びヒアリング調査を実施した。その詳細は、別途取りまとめを進めているが、その結果の骨子に基づいて、本報文では市町村への今後の支援や、情報提供のあり方を検討する。

2.2 2019年度アンケート調査

本報文での調査に先立ち、当研究所では県内77市町村の気候変動施策主管課担当者を対象に、気候変動に関する意識や、適応計画策定・適応策推進等の取組状況等に関するアンケート（電子メール及びGoogle Formでの配布・回収：回答率85.7%、内11件無回答）を2020年3月に実施している。次節以降に示す県内市町村の現況との比較材料として、本アンケート結果の一部を紹介する。

本調査では、市町村レベルにおいても気候変動影響への関心は見られたものの、適応への認知度は7.7%と低く、適応策を推進する上で、人員・情報・予算の不足が主な課題と認識されていることがうかがわれた。

この調査から約4年近くが経過し、この間に頻発した気象災害などにより社会的関心の高まりがあったことも踏まえ、その後の適応全般の進展と、将来的に強度・頻度の増加が予測されている台風等気象災害に係る防災対策の現況を把握すべく、改めて次節のアンケート調査を行った。

2.3.1 2023年度アンケート調査（未策定自治体）

前節で行った調査の後継として実施した本調査では、既に適応計画を策定している5自治体を除く県内市町村主管課を対象に、防災に関する適応策の取組状況や地域気候変動適応計画の策定進捗状況、計画に基づく適応策実施の課題や現況を把握し、今後の適応策の立案・実施に向けた支援のあり方を検討する基礎資料とすることを目的とした。（Google Formでの配布・回収にて実施）

2030年を期限とする多くのグローバルターゲットゴールへの達成を念頭に置き、気象条件の変化によって、今後ますます激甚化・頻発化する自然災害リスクと、その影響に対する適応の進捗、その課題などにフォーカスし、本調査を進めた。アンケート項目は、表2の通り。

表2 アンケート項目

項目	設問	問番号
①認知度	適応の認知度	1
②気候変動とその影響の把握	市町村への気候変動の現状認識	2-1
	気候変動影響の深刻度	2-2
③適応防災取組状況	最優先に対策する自然災害の種類	2-3-1
	洪水に関する具体的取組	2-3-2
	内水に関する具体的取組	2-3-3
	土石流・地すべりに関する具体的取組	2-3-4
	強風に関する具体的取組	2-3-5
④暑熱対策状況	クーリングシェルター指定件数(予定数)	2-4
	適応を施策/事業に位置付けている計画等	3
⑤適応計画・適応策策定推進	気候変動関連業務を推進するための取組	4
	適応策を推進する上での優先的課題	5-1
	〃(その他を選んだ場合の理由)	5-2
	優先的課題解決のための要素	6-1
	〃(その他を選んだ場合の理由)	6-2
	複数市町村合同策定機会要否	7-1
	〃(その他を選んだ場合の理由)	7-2

2.3.2 アンケート調査結果概要(抜粋)

本調査では、適応計画未策定とされる県内の72市町村(内37件無回答：回答率48.6%)を対象とし、表2の左端列①～⑤の5項目(計17問)に基づき質問を行った。

各項目の主な点は、以下の通りであった。

表2中①の認知度は、9.0%と前回調査とほぼ同程度の低い水準であった。③の「最優先に対策する必要のある自然災害の種類」は「土石流」が全体の約8割を占めた。その「具体的対策」の内訳は「復興事前準備など“回復を早める対策”」及び「抑制工など“動かす対策”」の適応策未実施率が5割以上であった。⑤の「適応策を推進する上での優先課題」では「人員不足」「予算不足」に次いで、「情報不足」「庁内認識不足」が同順位であった。一方、その「課題解決のために必要な要素」としては、「適応を本務とする主管部署の設置・担当職員の分掌事務の明確化」との回答が最多(約2/3となる24市町村)であった。

2.4.1 2023年度ヒアリング調査(策定済自治体)

本調査では、既に適応計画を策定している県内の任意の3自治体の主管課を対象とし、下記5つの項目(計25問)に基づき、適応計画の策定状況や、計画に基づく適応策の実施に至るまでの各ステップでの課題、適応防災に関する現況を具体的に把握するため、事前に電子メールにて質問票を配布後、以下の質問を対面で行った。

①適応全般に関すること(計3問)

計画策定による変化、適応全体での主たる課題等

②計画の位置付けに関すること(計3問)

単独計画該当否、単独計画化予定及びその良否等

③計画策定段階に関すること(計5問)

策定契機、関係者巻き込みのコツ、苦慮した点等

④計画策定後段階に関すること(計4問)

適応策実施に至らぬ背景、国・県の必要支援等

⑤適応策実施段階に関すること(計10問)

適応策推進上の優先課題、災害種別取組状況等

2.4.2 ヒアリング調査結果概要(抜粋)

①の「計画策定による変化」における主な回答は、「予算取りの説明容易性向上」や「町民・町外へのビジョン共有の容易性向上」「他部局・各事業課との有機的つながりによる情報取得容易性向上」等であった。

③の「計画策定の契機」となったのは「台風19号による深刻な被害」「世界首長誓約への署名」「国の調査への参画」や、「地域に集まったパワフルな外部人材(及びその登用)」等が挙げられた。いずれも、その発端となっているのは外的要因であったことが特徴的である。

④「適応策の実施に至らない理由」で各自治体に概ね共通していた点は「人員体制確保の難しさ(適応だけにリソースを避けない・兼務体制など)」であった。

⑤の「適応策を推進する上での優先的課題」での重要な点として、「水災害など命に直結する課題に対する危機意識の明確化と課題解決のための方法論の特定」や、「適応予算・適応資金の確保」等が挙げられた。

2.5 市町村の課題から考える適応防災推進の方向

以上の2つの調査結果を整理すると、適応計画が未策定の自治体における適応の認知度は、前回調査時と大差なく1割未満の低い値に留まっていた。これに伴い、庁内における適応への認識不足、予算・人員・情報面の不足等根本的な課題が依然継続していることがわかった。

一方で、計画策定済みの自治体では、引継時の難しさなど人事制度上の課題点は挙げられたものの、具体的に適応策を進めていく段階では、適応予算の確保につなげるための方法論の確立や、人命危険・地域のアセットの損失につながる可能性のあるリスクに対する危機意識の明確化などが基本的課題として位置付けられ、適応防災を推進する上での最終ゴールとなる人命の保護に直結する重要な課題へと深く踏み込んでいる点がうかがえた。

また、県内における一つの傾向として、その地域で適応が進むか否かは、概して外的要因(激甚気象災害の被害、世界首長誓約への署名や国の事業への参画、外部人材の幹部登用等)が関わっているものと推察された。

以上を踏まえると、適応計画の策定は適応防災推進に向けた課題の共有につながっており、また外部からの情報提供がこれに寄与しうるものと考えられる。そのための有益なリソースとしては、適応全体の把握、適応防災等に関連する科学的データを得るためのツール等の活用、県や市町村など適応関係者が連携した優良事例等のコンテンツの提示などが考えられる。

3. 適応防災推進のための必須要素とその理解

3.1 海外・国内の地方の共通課題と対策ツール

適応策は国別の方針に沿って進められる側面があるため、地方の課題もそれを反映する傾向がある。一方、都市部への人口流出による過疎化や産業空洞化など、途上国の地方と日本の地方が抱える社会課題には類似点⁹⁾も実は少なくない。予算や人員、情報の不足も、ここから生じる共通課題である。

これらの共通項を勘案すると、仙台防災枠組など国際的な枠組に沿い、途上国の地方を対象エリアに展開されている適応防災推進のための各種国際協力プロジェクトから得られたナレッジや、それを下支えするために開発された様々な防災対策ツール等は、国内の適応計画の策定促進や、それに基づく防災分野の各種適応策を実施していく上でも有益な手段となり得る可能性が高い。

3.2 適応防災具体化手順としての計画策定の意義

緩和と異なり、適応が進まない背景には温室効果ガスの削減などの明確な解や指標が存在せず、防災のみならず、多分野の課題が複雑に絡み合っている点がある。これも、適応計画の策定が進みづらい理由の一つである。

しかし、計画を練ることによって、気候変動がその地域にもたらす特徴的なリスクを洗い出し、必要な対策領域を関連づけ、より効果的な対策の実施や、複数の取組の中から優先順位付けをすることが可能となる。限られた人材や資金等のリソースを効率的に活用していくには事前に計画を立案しておくことが、むしろ重要である。

また、適応計画の策定を行うことにより、財源の根拠と成り得ると共に、財務部門への合理的説得力や住民へのアカウントビリティが確保され、結果として予算の確保にも結びつく。これによって、気候変動影響・気象災害リスクへの対策の具体化が可能となり、行政にとって最優先事項である“人命の保護”への取り組みが進む。

そのため、本報文で試みたように地方においては計画未策定自治体の現状把握・進捗状況・策定に至らぬ背景とその要因分析をまず行い、その上で財源の確保・資金調整を促進するステップを踏むことが望ましい。

そこで本報文の以下の部分では、市町村レベルでの適応計画の策定を促進し、その計画に基づく適応策を創出していくための一般的なアプローチ(取組手順)と、その参考となる情報源を検討する。なお、適応計画は長期ビジョン、生態系、健康等様々なテーマを含むため、本報文では割愛し、主に防災関連分野を中心に検討する。

3.3 適応推進のための包括的アプローチと情報源

上述で行った2つの調査結果でも、情報不足は市町村が適応の取組を進める際の主要課題の一つであった。

この点を補い、地域レベルの適応策具体化を促進する取組手順として次の3つのステップの導入が考えられる。

- (1) 枠組としての国際標準規格ISO14090-14093の活用
国の適応計画を参照し、策定を進めることは重要だが、それだけでは地域固有の課題を数多く含む適応では実効性の乏しい計画に陥りやすい。これに対し、アンブレラ規格であるISO14090シリーズ(以下、適応ISO)に含まれるISO14092では地方における適応計画を策定するための手順や手段、指標などが盛り込まれており、実態の伴った計画を策定するための情報や、その根拠が示されている。こうした国際規格を参照枠組として活用し、計画策定を行うことは、地域の実情に即した適応計画の中身とするために有効な手段である。
- (2) 科学的論拠に基づく適応の政策立案ツールの活用
適応計画を策定するためには、最新の科学的な根拠が必須である。そのため、過去の災害統計データや洪水リスク分析ツール等を活用し、科学的論拠に基づく地域の影響評価を行うなど検討を重ねる必要がある。その際、科学的論拠に基づく政策立案ツール(以下、EBPMツール)は有用である。世界的にも信頼度が高く、かつ無料公開されている防災分野等のEBPMツールは国内外に数多く存在し、これらを活用することも一つの方法である。
- (3) 適応策の成功・失敗事例とその要因の共有・活用
適応の性質上、何れの地域にも通用する普遍的な適応策は存在しないが、自分たちが暮らす地域と共通する地形や災害リスクを抱える他地域の適応事例を参照することは重要である。類似事例を通し、成功(または失敗)に至った背景・要因を分析し、各地域に照らし合わせ活用していくことも貴重な情報源となる。こうした事例の集積と、その共有は今後の発展と活用が望まれる領域である。

適応ISO規格では、適応を進める上で必要となる原理原則や指針を提示しており、その一連のフローに沿い、政策担当者は適応行動を起こしていくことが理想的とされる。とはいえ、地域固有性や文脈依存度の高い適応課題を普遍的な性質を持つ枠組で整理することは野心的でハードルの高い挑戦でもある。そこで、リソースが限られた地方の実態に即した取組を進めるには、ISO規格に準拠しながらも、これを補完するものとしてWeb上で公開されている世界中の無料のEBPMツール等を活用し、予算説明の科学的論拠として気候変動の影響評価データ等を取得すること、また、各地域での適応策の奏功事例及びその要因の分析結果等を活用することで、地域全体への適応、そして適応防災を一步でも前に進めていくための有効な方策になると考えられる。

4. 適応計画策定の流れとその情報源の活用

適応防災などの具体的な計画づくりは、その地域の「適応の全体像」に位置づける必要がある。

適応IS014090¹⁰⁾及び14092¹¹⁾の骨子をまとめると、その全体像は概ね図1のように整理できる。資金調整(財源確保)に始まり、適応策の実施やモニタリング・評価(M&E)に至るまでに多くのステップを踏む必要がある。

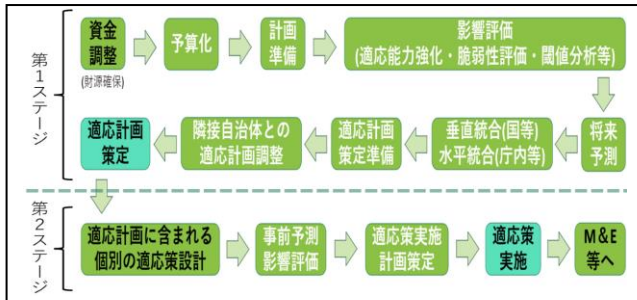


図1 適応の全体像

図1の上段1～2段目までが適応計画策定に至るまでの手順である。大別すると、この段階までが適応計画策定のための第1ステージとなる。県内の市町村の多くは、この段階に分類される。ここまでの段階では、3.3節(1)及び(2)で示した情報源が活用できる。

一方、図1の最下段部分は計画策定後から適応策の実施、そしてM&Eに至るまでのステップであり、ここが第2ステージとなる。県内の1割近くの市町村は既にこの段階に達してはいるものの、今後の更なる推進のためには特に3.3節に示す(3)の活用が一つの解決策となり得る。

5. 適応防災の各ステップでの有益コンテンツ

5.1 国内で提供されている適応ツール・研修等

3.3節に示した3つのステップを、より具体的に支援する国内の有益なコンテンツを紹介する。

(1) A-Plat

適応計画策定マニュアルをはじめ、簡易的操作のみで全国の各地域の適応計画の雛型を策定できるツールに加え、全国の自治体の計画内容や防災分野を含む国内外の適応策事例集等も数多く掲載された国内では現在最も有用なコンテンツ。

(国立環境研究所気候変動適応センター)

(2) 地域気候変動適応計画策定実践研修

自治体の適応担当者等を対象に計画策定段階の手順や策定必須ポイント、各ステップに有益なツール等活用方法を提供する実践的ワークショップ。(環境省地方環境事務所主催)

(3) 気候変動適応技術の社会実装ガイドブック¹²⁾

全国の地方自治体等が社会実装に向けて実施してきた汎用的な取組みを紹介するもの。土砂災害や洪水対策の優良事例の提供のみならず、その成功

要因についても迫っている点が大きな特徴。

(SI-CATガイドブック編集委員会)

その他、地方公共団体等も対象として国立環境研究所が例年開催している適応の社会実装に向けたシンポジウムや、来年度より開始予定の環境省事業「都道府県による複数市町村合同地域計画策定モデル事業」は、県と市町村が一体となって適応の促進をする際に有益である。

5.2 国外で提供されている各種EBPMツール等

前節で示すA-Plat等の活用により、概ね適応防災を進めていくことが可能である。更に、これらを補完するものとして、適応の各ステップにおいて有益なツールと成り得る各種コンテンツを海外諸国でも整備しているので、その一部を表3で紹介する。これらはその内容により、①プラットフォーム、②統計データ、③適応策立案ツール、④影響評価・観測ツールなどに大別でき、主に県の計画更新などの際に有用な手段となり得る。

登録等の手続きが別途必要なものや、購入が必要なものも一部含まれているが、多くは無償公開されている。海外コンテンツであるため、一般に英語表記ではあるがブラウザの翻訳機能等を活用すれば概ね理解可能である。

リソースの乏しい地方においても、これらを活用することで適応防災を一步でも進めていくことが可能となる。

表3 適応有用コンテンツ一覧

種類	ツール等名称	コンテンツ概要
①	UNDRR	国連防災白書、仙台防災枠組等防災情報
	weADAPT	世界各国・各地域の適応事例情報等
	Climate-ADAPT	適応戦略/適応事例/適応オプション情報
	Adaptation Knowledge Portal	UNFCCC文書情報/ツール/適応事例等情報
②	EM-DAT	1900年以降の大規模災害情報と影響情報
	GLIDE number	世界共通コードに基づく災害データベース
③	RESIN decision framework	適応策策定プロセスごとの留意事項整理
	Logical Framework	事業デザインの論点整理フレームワーク
	ISO14090-14093	一連の適応プロセスを説明した国際規格
	Adaptation Wizard	適応策立案に関するガイダンスツール
④	NOAA Stormwater-floods	コミュニティレベルでの洪水評価ツール
	RRI model	降雨/流出/氾濫モデルの洪水リスク分析
	USGS	気候、土地利用、生態系等の観測データ

6. 県/町/学校コミュニティ連携の適応防災教育

最後に、長野県東部(東信地域)において著者が関わっている地域レベルでの適応防災取組事例を紹介する。

図2の通り、東信地域内の佐久市の百年当たりの日平均気温は3.37℃の上昇で推移すると予測されている。

同じく東信地域内の佐久穂町にある大日向小学校では、保護者を中心として子供達や教職員、理事など学校コミュニティのコアメンバーである四者に加え、地域住民や行政も参画し進めるプロジェクトが複数存在する。

その中には、農業や暑熱(断熱)、防災対策など適応に関係する活動も含まれ、気候変動適応に関心を寄せる

上述の六者が定期的に集まり、総合的な学習の時間等を活用して子供達への普及啓発活動も行っている。

県側が同町役場へ声を掛けたことに端を発し、5年生の理科の授業で、温暖化の影響など近年の気象変化の視点を交えた土砂災害・水害に関する防災教育出前講座を2024年1月に実施した。こうした機会を捉え、学校コミュニティを中心とした気候変動適応促進活動を今後も展開し、次世代の地域環境の保全と、地域防災力の向上を目的としたプロジェクトを推進していく予定である。

当日参加した教職員や保護者からも「今後の地域の防災を考える上で本当に良い機会であった」という感想や、適応という言葉に「親近感を感じる」ようになったとの回答が約30%、今後も適応防災を主眼とした防災教育の機会に参加したいと考える回答は100.0%であった。

このようなコミュニティレベルでの経験を広く共有し、相互に学び合う環境が整備されれば、各地域で適応策への取組みを「自分事」化し、それぞれの地域の実情に即した適応防災の促進につながるはずである。

そのためにも、部局横断・他機関連携等を進め、地域住民や近隣自治体、県などを含め、適応防災に係る様々なアクターとの協働による計画づくりが重要である。

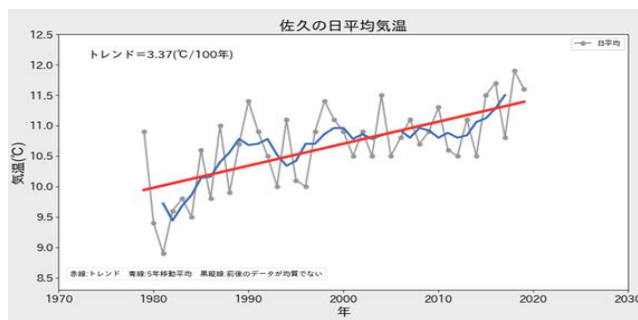


図2 佐久の日平均気温

7. まとめ

アンケート等の結果より、適応課題の本質を特定するに至った。適応計画策定済みの自治体では概して適応防災を推進する上での最終ゴールとなる“人命の保護”に直結する重要な課題へと踏み込んでいる点など、適応を進める上での足掛かりとなる要素を提示した。また、適応防災を確立するため、市町村レベルでの適応計画の策定や、その計画に基づく適応策を実施・創出していくための一般的なアプローチ(取組手順)及び、その際に参考となるEBPMツールやフレームワーク等の参照情報を提供した。更に、適応防災を一步でも前に進めていくことが肝要であることから、学校コミュニティを中心に、自治体や県など様々なステークホルダーが協働し、今後の気象の変化に伴う新たなリスクに対する方策(「気候変動×防災」教育啓発等)の在り方の一例を示すに至った。

8. 謝辞

草稿に対し、ご助言を頂きました長野県庁関係各課及び県内各市町村のご担当者の皆様、大日向小中学校関係者の皆様、並びに長野県環境保全研究所の全ての所員に対して、心より深謝申し上げます。

9. 引用文献

- 1) 国連防災機関(UNDRR): 仙台防災枠組2015-2030
<https://www.wcdrr.org/preparatory/post2015.html> (2023. 10. 1アクセス)
- 2) 国連(UN): 持続可能な開発のための2030アジェンダ
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (2023. 10. 1アクセス)
- 3) 国連(UNFCCC): パリ協定
https://unfccc.int/sites/default/files/resourceparisagreement_publication.pdf (2023. 10. 1アクセス)
- 4) 環境省: 「気候変動×防災」について
<https://www.env.go.jp/content/900515794.pdf> (2023. 10. 7アクセス)
- 5) 長野県: 令和元年東日本台風(台風第19号)への長野県の対応について
<https://www.pref.nagano.lg.jp/bosai/kurashi/shobo/bosai/bosai/rltyphoon19/kentaiau.html#higai> (2023. 10. 7アクセス)
- 6) 長野県: 「長野県における気候変動の影響と適応策」
https://www.pref.nagano.lg.jp/kankyo/keikaku/zero-carbon/documents/01tekio_shosai.pdf (2023. 10. 7アクセス)
- 7) 長野県: 「長野県ゼロカーボン戦略」
<https://www.pref.nagano.lg.jp/kankyo/keikaku/zero-carbon/index.html> (2023. 10. 7アクセス)
- 8) 国立環境研究所: A-Plat
<https://adaptation-platform.nies.go.jp/local/plan/list.html> (2024. 1. 5アクセス)
- 9) JICA: 地方創生リソース活用ハンドブック 途上国における地域マネジメントのために, pp. 1-3, 独立行政法人国際協力機構産業開発・公共政策部, 東京, 2017
- 10) ISO: ISO14090 Adaptation to climate change -Principles, requirements and guidelines, ISO copyright office, Switzerland, 2019
- 11) ISO: ISO14092 Adaptation to climate change -Requirements and guidance on adaptation planning for local governments and communities, ISO copyright office, Switzerland, 2020
- 12) SI-CATガイドブック編集委員会: 気候変動適応技術の社会実装ガイドブック, pp. i-ii, 技報堂出版株式会社, 東京, 2020

< 報 文 >

公民連携による「豊かな海づくり」*

ー鉄鋼スラグ製品による海域環境改善の実証と環境教育に向けた取組みー

浦垣直子**・小川義人**・川村颯子**・中里亜利咲**・宮田康人***・森 玄***・岩井健太郎***

キーワード ①閉鎖性海域 ②生物生息環境 ③水質浄化 ④鉄鋼スラグ製品 ⑤透明度

要 旨

横浜市山下公園前海域において海中に生物付着基盤（生物のすみか・逃げ場など）としての効果が期待される鉄鋼スラグ製品を配置し、生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復についての検証を行った。2017年11月までに行ったモニタリング調査の結果、濾過食性のホヤや二枚貝などの水質浄化能力を有する動物が増え、生物生息環境が改善されることを確認し、鉄鋼スラグ製品などを用いた浅場造成が生物豊かな海域環境形成に有効であることが示唆された。現在は横浜市の「豊かな海づくり事業」として引継ぎ、継続的に生物付着基盤の機能を確認しているとともに、本研究の成果については様々な場面で情報発信したほか、環境教育にも活用している。

1. はじめに

横浜は日本有数の港町であり、臨海部は横浜市の顔として知られている。しかし、横浜の海は海底のヘドロ化や大規模な赤潮の発生によって、夏場には海底に光が届かず酸素濃度が低下し、生物にとっては過酷な環境である。その原因の一つは、沿岸域の生物生息環境が失われ、生物の数が減少し、生物による水質浄化能力が減少したことにある。

そこで横浜市とJFEスチール株式会社は、生物付着基盤を用いた生物生息環境の改善と生物の水質浄化能力の回復について検証するため、山下公園前海域において2013年10月から2018年3月まで共同研究を実施した。

2. 共同研究概要

2.1 試験海域

山下公園は横浜市中区山下町に位置しており、横浜を代表する観光地であることなどから、イベント開催を通じてプロモーションを行い、新たな都心部の魅力づくりにつなげる効果も期待できる。試験海域は、各種イベントや船舶の航行等に影響なく実施できるほか、海域浄化資材の設置作業等の施工性、事後調査等の作業性等を考慮し氷川丸左舷側とした。

2.2 研究内容

鉄鋼スラグを原料とする再生資材製品及びその対照物（自然石・山砂）を生物付着基盤として用い、浅場造成を行った。使用した生物付着基盤の概要を表1に示す。その後、生物生息状況の経時的な変動を見るため、年4回の定期的なモニタリング調査を行い、生物の生息環境改善効果を検証した。

表1 使用した生物付着基盤

製品名					
形状	ブロック状	破砕物（岩石状）	岩石状	砂利状	自然石
寸法	1m×1m×0.5m	φ100mm～	φ100mm～	φ30mm～80mm	φ100mm～
比重	2.0～2.4	2.0～2.4	2.4～2.6	2.0～	中央粒径0.3mm以上

2.3 各エリアのゾーニング

試験区St.1～St.3に図1、図2のように生物付着基盤を配置した。それぞれ同等の水深となっている場所に対照区St.4～St.6を設け、比較対象とした。

*Creating a rich ocean” through public-private collaboration

**Naoko URAGAKI, Yoshito OGAWA, Akiko KAWAMURA, Arisa NAKAZATO（横浜市環境科学研究所）Yokohama Environmental Science Research Institute

***Yasuhito MIYATA, Gen MORI, Kentarou IWAI（JFEスチール株式会社）JFE Steel Corporation

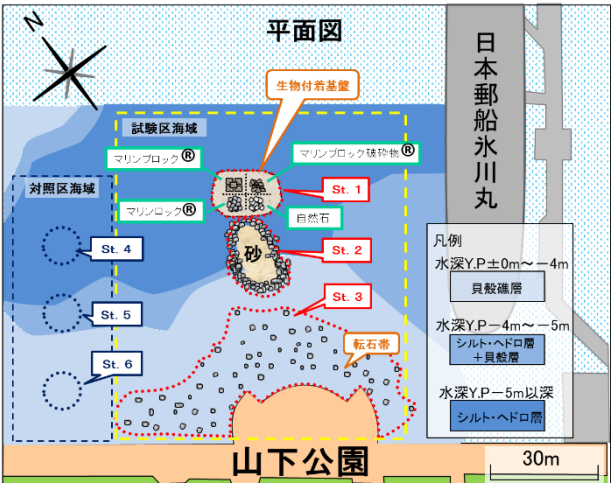


図1 平面図



図2 試験区海域断面図

2.4 調査実施日及び方法

生物付着基盤設置前の事前調査及び生物付着基盤設置後に四季での調査（生物及び水質調査，年4回）を実施した。調査実施日を表2に示す。生物調査は試験区St. 1のマリンブロック・マリンブロック破砕物・鉄鋼スラグ水和固化体製人工石（以下，マリンロック）・自然石の基質毎，St. 2のマリンロックで囲った自然砂，St. 3のマリンロックにある転石帯及び対照区（St. 4～St. 6）を対象に，潜水土による付着生物及びネクトンの目視観察・記録を行った。被度の観察範囲は1m×1mコドラート内を4つのサブコドラートに分けて，付着動物，移動性生物，藻類の種類数・被度及び個体数を目視により記録した（図3）。

表2 調査実施日

調 査 回	生物調査	水質調査
事前調査	2013年10月10日	10月15日
第1回	2013年11月28日	11月29日
第2回	2014年2月13日	2月12日
第3回	2014年5月28日	5月29日
第4回	2014年8月27日	8月26日
第5回	2014年11月28日	11月27日
第6回	2015年2月12日	2月13日
第7回	2015年5月28日	5月29日
第8回	2015年8月24日	8月25日
第9回	2015年11月27日	11月30日
第10回	2016年1月15日	1月14日
第11回	2016年5月30日	5月31日
第12回	2016年9月5日	9月23日
第13回	2016年11月30日	12月8日
第14回	2017年2月10日	2月6日
第15回	2017年6月5日	6月2日
第16回	2017年8月31日	9月13日
第17回	2017年11月27日	11月27日

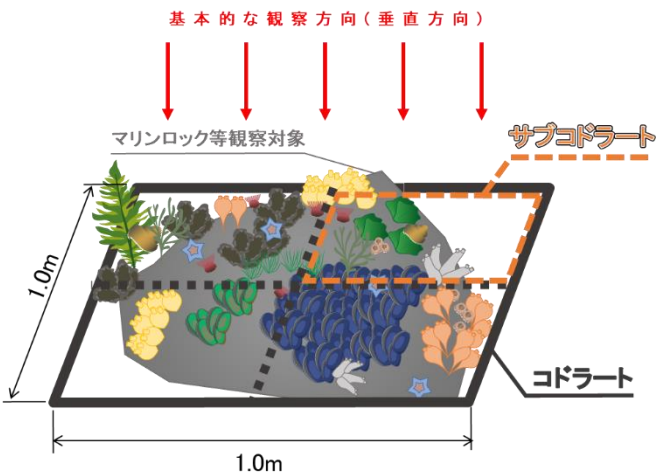


図3 付着生物観察・記録の調査イメージ

3. 結果

3.1 生物調査結果

試験区St. 1～St. 3の生物種類数及び被度の変化を図4～図6に示す。

試験区St. 1～St. 3全てにおいて生物付着基盤設置後すぐ生物種類数，被度の増加が見られた。St. ごとの生物種類数が最大となったのは第12回調査（夏季）のSt. 1で，38種類であった。被度について最大となったのは第9回調査（秋季）のSt. 3の92％であった。St. 1，St. 2では第8回調査（夏季）に生物の減少が見られ，その後回復と減少を繰り返した。第16回調査（夏季）ではSt. 1～3全てにおいて付着していた二枚貝網やホヤ網などの多くが死に，その上に刺胞動物門がつく様子などが確認されたが，第17回調査の水中映像では二枚貝網やホヤ網の付着が見られるなど回復の様子が見て取れた（図7）。また，アカニシやウミウシの卵塊や，ハゼ科の稚魚が多数確認されるなど，生き物が定着し，産卵・生育の場として活用されていることが示唆された。

およそ4年半にわたる調査で山下公園前の海域では夏季に生物が減少し，その後回復するサイクルを繰り返している様子が見えてきた。

事前調査から2017年夏季までの調査で確認された生物の出現記録一覧を表3に示す。試験区St. 1～St. 3で合計16門26綱46目78科98種の生物が確認された。

一方，対照区St. 4，St. 5ではほとんど生物が確認されず，生物種類数は0～5種，被度は0～10％と，ともに横ばいであった。また，対照区St. 6は水深-3m以浅の浅場にあることから，生物種類数は8～23種，被度は2～31％と季節によって変動はあるものの，生物が生存する上で必要な溶存酸素などの環境が保たれていたことが分かった。

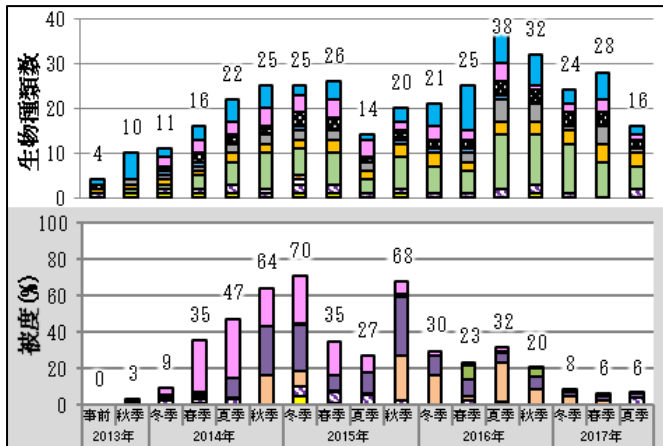
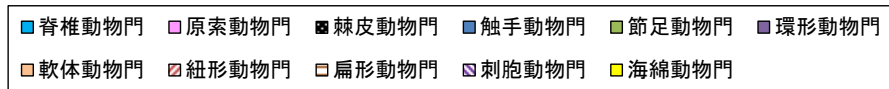


図4 St. 1の生物種類数，被度の推移

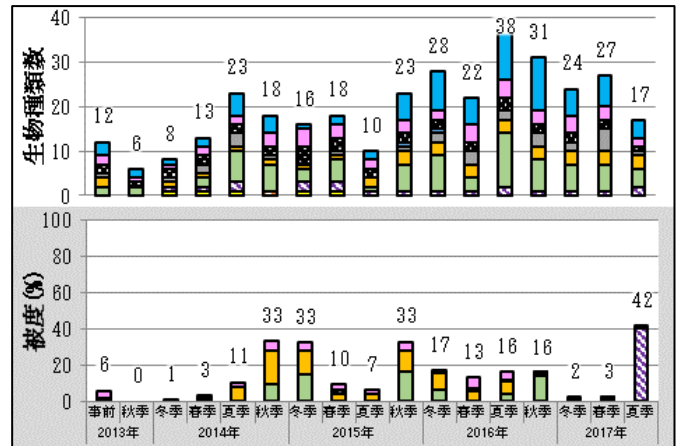


図5 St. 2の生物種類数，被度の推移

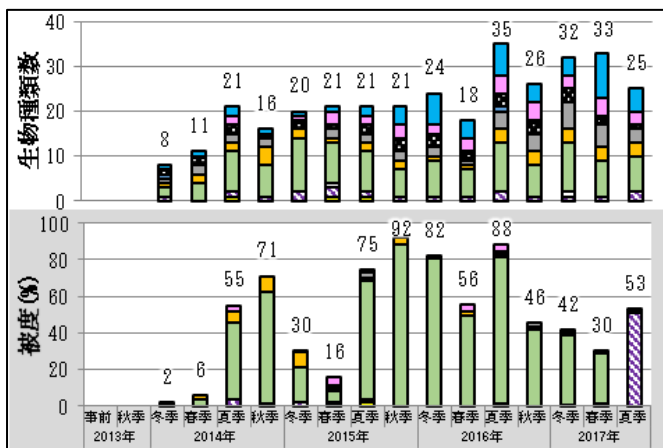


図6 St. 3の生物種類数，被度の推移



図7 第17回調査写真（St.1マリブロック）

表3 試験区St. 1～St. 3の生物の出現記録一覧（1/2）

No.	門	種名	事前	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回	第14回	第15回	第16回
			2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
			—	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
1	緑色植物	アオノリ属			○	○	○		○	○	○		○	○	●	○	●	○	
2		アオサ属			○	○	○		○	○	○		○	○	●	○	●	○	
3		シオグサ属			○	○	○		○	○	○		○	○	●	○	○	○	
4		ミル			○	○	○	●	○	○	○	○			○	○	○	○	●
5		ハネモ属						○	○	○	○		●	●		○	○	●	
6	黄色植物	ワカメ			○	○		●	○	○			○	○			○	○	
7		珪藻綱		○	○	○	○	○	○	○	○		○			○	○	○	
8	紅色植物	アマノリ属			○				○	○	○		○				○		
9		テングサ科							○										
10		サンゴモ科(無節サンゴモ)										○				○			
11		カイノリ						○											●
12		ムカデノリ科			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	
13		ベニスナゴ											○				●	○	
14		イワノカワ科											○			○	○	○	
15		イギス科											○			○	○	○	
16		イギス目(微小紅藻類)			○	○	●		○	○	○	○	●		●	●	●	○	
17		イトグサ属											○	○					
18	藍色植物	藍藻綱			○	○	○	○	○	○	○	○				○	○		
19	海綿動物	海綿動物門		○	○	○	○	○	○	○	○	○				○			
20	刺胞動物	ヒドロムシ綱			○	○	○	○	○	○	○	○				○			○
21		タテジマイソギンチャク		○	○					●	●		●	●	○	●	●	○	○
22		イソギンチャク目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	●	○	○	○
23		ムラサキハナギンチャク	○																
24	扁形動物	ヒラムシ目						●	●	●							●		
25	紐形動物	クリゲヒモムシ目						●	●	●									

表3 試験区St. 1～St. 3の生物の出現記録一覧 (2/2)

No.	門	種名	事前	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回	第14回	第15回	第16回
			2013年	2014年	2014年	2014年	2014年	2014年	2015年	2015年	2015年	2015年	2016年	2016年	2016年	2016年	2017年	2017年	2017年
			-	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
25	軟体動物	ヒザラガイ																	
26		コシダカガンガラ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
27		シマメノウフネガイ		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28		ヒメヨウラクガイ																	
29		レイシガイ					○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	●
30		イボニシ						○					○		○	○	●		
31		アカニシ(卵塊含む)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
32		ムギガイ							○										
33		タモガイ科														○	○		
34		アラムシロガイ		○	○	○	○		○	○	○				○		●		●
35		トゲアメフラシ		○		○		●								●			
36		コベルトフネガイ													○	○			
37		カリガネガイ															○		
38		サルボウガイ	○	○	△	○	○		○	△	○		○		○	○			
39		ホトギスガイ		○		△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
40		ムラサキガイ		○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
41		ミドリイガイ		○	△	△	○	○	○		●	○	○	○	○	○	○	○	●
42		ナミガシワガイ								○		○	○		○	○	○	○	○
43		マガキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
44		アサリ		△	△	○	△	△	△	△	○	△			●		●	●	
45		ヒダミノウミウシ					●	●											
46		クロコソデウミウシ													○				
47		クロシタナシウミウシ					●	●	●	●			●	●	○		●	○	●
48	環形動物	カンザシゴカイ科	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
49		ミズヒキゴカイ	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
50		ケヤリムシ科						●		●		●	●	●	○	●	○	○	○
51		サンハチウロコムシ						●								●	●	●	●
52	節足動物	イシガニ	○			○		○	○	○	●	●	●	○	○	●	●	○	○
53		イソクズガニ								○	○		●	●		●	●	○	
54		タカノケフサイソガニ													○			○	
55		イワガニ科													○				
56	節足動物	オウギガニ科						●			●						○	●	○
57		ユビナガスジエビ							●		●								
58		ヤドカリ科															○	○	○
59		ホンヤドカリ科															○	○	○
60		エビ目(ヤドカリ類)			○					○	○				●	●	●	●	●
61		アメリカフジツボ															○		
62		ヨーロッパフジツボ		○						○	○	●	○		●	●	●	●	●
63		サンカクフジツボ				○	●	○	○	●	●			○	○	○	○	○	○
64		コケムシ綱			○	○			○			○	○	○	○	○	○	○	○
65	棘皮動物	イトマキヒトデ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
66		キヒトデ						○	○	○	○	○	○		○	○	●	●	
67		クモヒトデ綱							○	○	○				●				
68		キンコ科							○								●		
69	原索動物	マナマコ	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
70		サンショウウニ	○									●	●		●	●			
71		カタユウレイボヤ	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○
72		エボヤ				○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
73		シロボヤ	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
74		群生性ボヤ			○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
75		ホヤ亜綱														○	○		
76	脊椎動物	ツバクロエイ		○															
77		メジナ		○			○	○				○	●	●	○	○		○	●
78		ウミタナゴ		●		○	●			○	○	○	●		○	○		○	●
79		クロダイ												○	○		●	●	
80		イシダイ		●										●	●				
81		キュウセン					○									●			
82		ボラ										○	●	●				○	
83		マハゼ	○				●		●						●	●			
84		スジハゼ	○	○										●	●	●	●	●	●
85		キラハゼ属											○	●				○	
86		ドロメ											○			●			
87		ニクハゼ											○	●	○	●	●		●
88		ウキゴリ属																○	
89		サビハゼ														○	●		●
90		シモフリシマハゼ	○	○			●	○				○	○	○	○	○	●	○	
91		ヌマチチブ										○							
92		チチブ											○	○	○	○	●	○	○
93		アカオビシマハゼ										○	●	●	●	●	●	●	●
94		チチブ属																○	
95		ハゼ科			●	○				○	○								
96		ネズツボ科															●		
97		イダテンギンボ													○				
98		ニジギンボ		○											●				
99		ダイナンギンボ														○		○	
100		クサフグ						●	●	○	○	●		●	●	●		○	●
101		カワハギ			○				●	○	○	●		●	●	●		●	●
102		アイナメ						○						●					
103		メバル属		○		○	●			○	○	○		○	●	○		○	

※ 生物相調査で確認されたものについては○、映像・目視のみで確認されたものについては●で示す。

また死骸のみ確認されたものについては△で示した。

3.2 溶存酸素量

第12回調査（夏季）において、St.1のマリンブロックに測定器を設置し、15昼夜連続（9月5日～20日）で水質測定を実施した。その結果、ほとんど無酸素状態となっている時間帯があることが分かった（図8）。また、第17回調査（秋季）の水質調査において鉛直方向0.5m毎に測定した結果、夏季の山下公園前海域の海底はおおむね4m以深では溶存酸素量が4.0mg/L以下と生物が生息できないほどに低下していることが分かった（図9）。

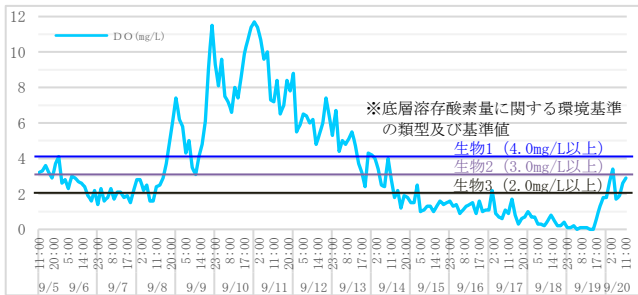


図8 溶存酸素量 15昼夜連続測定（第12回調査）

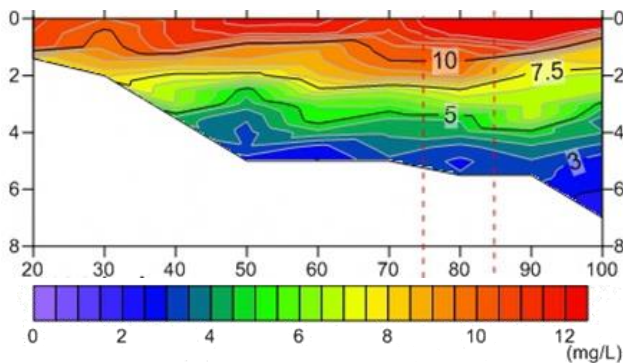


図9 St.1の溶存酸素量（第17回調査）

3.3 濾水量の推計

生物調査結果から、試験区における生物生息環境の改善は確認されたが、海水の入れ替わりがあるため、水質に大きな変化は見られなかった。

そこで、生物生息環境の改善による水質浄化能力の回復を定量的に評価するために、生物調査で確認された二枚貝綱やホヤ綱といった濾過食性動物に注目し、それらの生物が持つ、濾水量を試算した。濾水量の原単位は複数の文献の平均値を用いた（表4）。

生物の被度と、生物の体サイズから推定した1個体あたりの付着面積をもとに、基盤に付着した生物の個体数を生物の種類ごとに推計した。また、生物調査の際に生物を一定量採取し、1個体あたりの平均湿重量を求めた。これらの数値を用い、以下の計算式から生物の種類ごとに濾水量を求めたところ、St.1～3の合計で8400 kL/日と推計された。

表4 対象とした濾過食性動物と濾水量原単位

	種名	濾水量原単位 (L/湿g/日)	文献
二枚貝	ムラサキガイ	26.9	1)
貝	ミドリイガイ	26.9*	—
網	ホトトギスガイ	26.9*	—
網	マガキ	32.2	2)
ホヤ	シロボヤ	15.5	3), 4)
ヤ	エボヤ	13.2	5)
網	カタユウレイボヤ	6.7	6), 7), 8)

※ムラサキガイの数値を用いた

（計算式）

濾水量原単位（L/湿g/日）×平均重量（湿g）×個体数

4. 考察

St.1～St.3の全てで、設置したスラグ製品、自然石等が生物付着基盤として有効であった。設置したスラグ製品は大きさや形など様々であったが、生物種類数や被度は製品の違いによる差がほとんど見られなかった。また、同様にスラグ製品と自然石を比較したところ、明確な差は認められなかった。

生物生息環境の改善という点では、スラグ製品は自然石と同等の効果があり、自然石の代替品となりうることが示唆された。

生物付着基盤の種類によって差が生じなかった理由としては、設置したスラグ製品の大きさや形などの要素よりも、後述するように溶存酸素量などの環境要因の影響が大きいのと考えられる。一方、夏季に生物の減少が見られたこと、4m以深で海底の溶存酸素量が低下していたことから、試験海域の海底は夏季に生物にとって生息しにくい環境になっていることが改めてわかった。水質汚濁に係る環境基準のうち生活環境の保全に関する環境基準の底層溶存酸素量の基準値では、水生生物が再生産できる場を保全・再生するために必要な底層溶存酸素量が対象生物によって2～4mg/L以上であるとしている⁹⁾。そのため、今回設置したような生物付着基盤を設置して水深4mより浅い場所をつくることで、生物生息環境の改善に効果的であると考えられる。また、二枚貝綱やホヤ綱などの濾過食性動物の持つ濾過能力を定量化したところ、試験区エリアでは1日あたり8400 kLの海水が濾過されていることがわかった。また、実際の海域では水の入替わりがあるため、水質に変化は見られていないが、生物付着基盤の設置範囲が広がれば、水質改善が進むことが期待できる。

5. 環境教育

共同研究で得られた成果は2018年にIWA（国際水協会）世界水会議で情報発信したほか、生物付着基盤造成

が新たな付加価値を創出することを示した他に事例のない画期的なプロジェクトとして、第5回エコプロアワード国土交通大臣賞および令和3年度土木学会環境賞（Ⅱグループ）を受賞した。

また、横浜市は港町でありながらも、市民が海と気軽に接することができる場所が少ないことから、横浜の海により一層関心を持ってもらうための取組を行っている。主に小学生を対象とした環境教育出前講座を実施しているほか、生き物が回復して海が豊かになるまでの写真を使用した間違い探し映像など、子どもでも飽きずに視聴できるようなオンラインコンテンツを充実させている。また、横浜市内で開催される“海洋都市横浜うみ博”や“東京湾大感謝祭”などの海関連のイベントにも出展しており、特にワールドトライアスロン・パラトライアスロンシリーズ横浜大会関連イベントの“Green Triathlon”では試験海域に潜り、リポーターと中継してリアルタイムで海の中を紹介する海中実況中継を行い多くの人に横浜の海の魅力を紹介している（図10）。

さらに、共同研究の取組や成果を広く発信するために、横浜の街並みと海が一望できる、横浜スカイウォークにおいてパネルの常設展示やリーフレットの配布を行っているほか、研究概要を解説したサインを山下公園に設置した（図11）。



図10 海中実況中継のようす



図11 山下公園のサイン

6. おわりに

およそ4年半の長期にわたり、生物付着基盤のモニタリング調査を実施してきた。共同研究は2018年3月末までで終了したが、その後も年1回のモニタリング調査を継続し、アイナメの卵が確認されるなど生物の生息環境と、生物による水質浄化能力が維持されていることを確認している。また、本研究で得られた成果を今後の横浜港の環境改善の取組みに活用していきたい。

7. 引用文献

- 1) 山元憲一，荒木晶，半田岳志：ムラサキガイの餌投与に伴う鰓換水の変化．水産大学校研究報告，**62**，（1），1-4，2013
- 2) 楠木豊：マガキの濾過水量の測定法について．日本水産学会誌，**43**，（9），1069-1076，1977
- 3) A.Fiala-Medioni：Filter-feeding ethology of benthic invertebrates (Ascidians). III. Recording of water current in situ - Rate and rhythm of pumping, *Marine Biology*, **45**, 185-190, 1978
- 4) A.Fiala-Medioni：Filter-feeding ethology of benthic invertebrates (ascidians). IV. Pumping rate, filtration rate, filtration efficiency, *Marine Biology*, **48**, 243-249, 1978
- 5) Holmes, N. : Water transport in the ascidians *Styela clava* Herdman and *Ascidrella aspersa*, *Journal of experimental marine biology and ecology*, **11**, 1-13, 1973
- 6) Kustin, K. , K. V. Ladd, G. C. McLEOD, and D. L. Toppen: WATER TRANSPORT RATES OF THE TUNICATE *CI ONA INTESTINALIS* *Biol. Bull.*, **147**, 608-617, 1974
- 7) A.Fiala-Medioni：Filter-feeding ethology of benthic invertebrates (ascidians). IV. Pumping rate, filtration rate, filtration efficiency. *Marine Biology*, **48**, 243-249, 1978
- 8) Fiala-Medioni, A. : Ethologie alimentaire d'invertébrés benthiques filtreurs (ascidies). II. Variations des taux de filtration et de digestion en fonction de l'espece, *Marine Biology*, **28**, 199-206, 1974
- 9) 環境省：水質汚濁に係る環境基準 別表2 生活環境の保全に関する環境基準，
<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>
(2023. 12. 25アクセス)

<報 文>

気象的要因に着目した 大都市圏における冬季のPM_{2.5}高濃度事例の解析*

長谷川 就一**・石井 克巳***・石原 健****・杉本 恭利*****

キーワード ①PM_{2.5} (微小粒子状物質) ②高時間分解能 ③接地逆転層 ④硝酸塩 ⑤高湿度

要 旨

2017年12月及び2018年12月に、東京・名古屋・大阪の大都市圏において発生したPM_{2.5}の高濃度事例について、1時間単位で測定された成分データを用いて、気象的要因に着目して解析した。移動性高気圧に覆われて風が穏やかであったこと、夜間や朝に接地逆転層が形成されていたことが共通しており、これらが大気を安定・滞留させ、PM_{2.5}の濃度上昇をもたらしたと考えられた。また、PM_{2.5}の濃度上昇にはNO₃が寄与していた点が共通していた。この濃度上昇は夜間や低気圧の接近による降雨の時間帯に多く起きており、相対湿度が高くなることによって窒素酸化物 (NO_x) から硝酸塩への二次生成が顕著になったためと推察された。

1. はじめに

PM_{2.5}の高濃度事例を解析する際、大気汚染常時監視測定局における自動測定機による質量濃度のデータがベースとなるが、合わせてPM_{2.5}を構成する成分濃度のデータも必要となる。しかし、成分データは主として、各季節に2週間、日単位のフィルター捕集に基づく手分析 (常時監視の成分分析) のデータを活用することになるが、データがある期間に限られるために解析できる事例も限定されてしまうという課題があった。これを補うため、PM_{2.5}に関する全国の地方環境研究所と国立環境研究所によるⅡ型共同研究では、これまで、常時監視の成分分析の期間以外に高濃度が予想されたときに、常時監視の成分分析と同様の方法でフィルター捕集及び分析を行い、解析する取り組みも行ってきたが、労力や測定地点の分布などの問題もあった。一方、環境省が2017年度から、全国の10地点 (五島、福岡、隠岐、兵庫 (赤穂)、大阪、名古屋、新潟 (巻)、東京、宮城 (筧岳)、札幌) においてPM_{2.5}の成分自動測定機による測定を行い、データを公開している。このデータは、成分数は限られるものの主要な成分が通年で得られることから、上述の課題が解決できるとともに、1時間単位で測定されていることから、高濃度の事象をより詳細に考察することができるようにな

る。大気汚染物質の高濃度事象は気象状況と密接な関連があることから、高時間分解能の成分データを活用することでその考察を深めることができる。

そこで、2019～2021年度に実施されたPM_{2.5}に関するⅡ型共同研究では、2017～2019年度に起きたPM_{2.5}の高濃度事例の中からいくつかを選び、高時間分解能の成分データを中心とし、気象との関連を重点として高濃度事例を解析することで、地域汚染や越境汚染によるPM_{2.5}高濃度要因の解明に取り組んだ¹⁾。その中から本報では、東京・名古屋・大阪の三大都市圏において、2017年及び2018年のいずれも12月下旬に起きた高濃度事例について述べる。

2. 方法

解析対象とした事例は、2017年12月21～25日及び2018年12月20～24日の期間である。解析に利用したデータは、環境省のPM_{2.5}成分自動測定機 (ACSA-14) の測定値²⁾、大気汚染常時監視測定局における測定データ³⁾、気象庁の気象観測データ⁴⁾である。PM_{2.5}成分自動測定機ACSA-14 (紀本電子工業製) は、大気汚染常時監視測定局における自動測定機と同じ方法によるPM_{2.5}質量濃度とともに、主要成分である硫酸イオン (SO₄²⁻)、硝酸イオン (NO₃⁻)、水溶性有機炭素 (WSOC)、黒色炭素 (BC) の濃度が1時間単

*Analysis of PM_{2.5} pollution episodes in metropolitan areas in winter focusing on meteorological factors

**Shuichi HASEGAWA (埼玉県環境科学国際センター) Center for Environmental Science in Saitama

***Katsumi ISHII (千葉県環境研究センター) Chiba Prefectural Environmental Research Center

****Ken ISHIHARA (千葉県環境研究センター, 現所属 千葉県長生地域振興事務所) Chiba Prefectural Environmental Research Center

*****Kiyotoshi SUGIMOTO (奈良県景観・環境総合センター) Nara Prefecture Landscape and Environment Center

位で測定されている (SO₄²⁻, NO₃⁻及びWSOCについては、毎日23時にメンテナンスにより欠測)。10地点のうち、東京 (国設東京大気測定所)、名古屋 (国設名古屋大気測定所)、大阪 (国設大阪大気測定所) のデータを利用した。ただし、名古屋については、2018年の解析期間は欠測で利用できなかった。

3. 結果と考察

3.1 濃度の時間的推移

図1に2017年12月の事例、図2に2018年12月の事例についてPM_{2.5}及び成分濃度の推移をそれぞれ示す。2017年12月の事例においては、大阪では21日の午前中からやや濃度が高かったが、午後はいったん濃度が低下し、夕方から上昇傾向となった。22日の昼頃から23日の夜遅くにかけて、35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する2～3時間のピークが複数回見られた。名古屋では22日の午前中から濃度の上昇傾向が始まり、22日夜から23日の夜遅くにかけて35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する1時間の単発的なピークが複数回あった。その後24日21～22時に濃度が急上昇し60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークが見られた。両地点とも25日早朝に濃度が低下した。東京では22日の夕方から顕著な濃度上昇があり、22日22時、24日21時に50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークが見られ、25日4時に

は70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ のピークが見られたが、25日の午前中に急激に濃度が低下した。こうした高濃度時には、大阪、名古屋、東京の周辺都市部も同様に高濃度となり、特に東京の周辺では範囲が広く、関東南部の全域が高濃度となった。

2018年12月の事例においては、大阪では20日午前中からPM_{2.5}濃度が上昇し20日23時及び21日1時に40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークが見られた。その後濃度は低下し22日は10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度になる時間もあったが、夜遅くに上昇傾向となり24時に30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークが見られた。その後20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後を保ったが、23日夜遅く急激に濃度が低下した。東京では20日午後に濃度が上昇して19時に30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過してからいったん濃度が低下した。21日午後から再び濃度が上昇し、22日午後から夜までほぼ40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、18時及び19時に50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークが見られた。その後30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下に低下したが、23日夜に再び濃度が上昇し、22時に40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過するピークを示した後に急激に濃度が低下した。こうした高濃度時には、大阪、名古屋、東京の周辺都市部も同様な高濃度傾向はあったが、大阪、名古屋周辺は2017年12月の事例に比べると高濃度となった地点は少なかった。東京の周辺では、2017年12月の事例と同様に関東南部の全域が高濃度となっており、特に中央部から西側が顕著に高濃度となっていた。

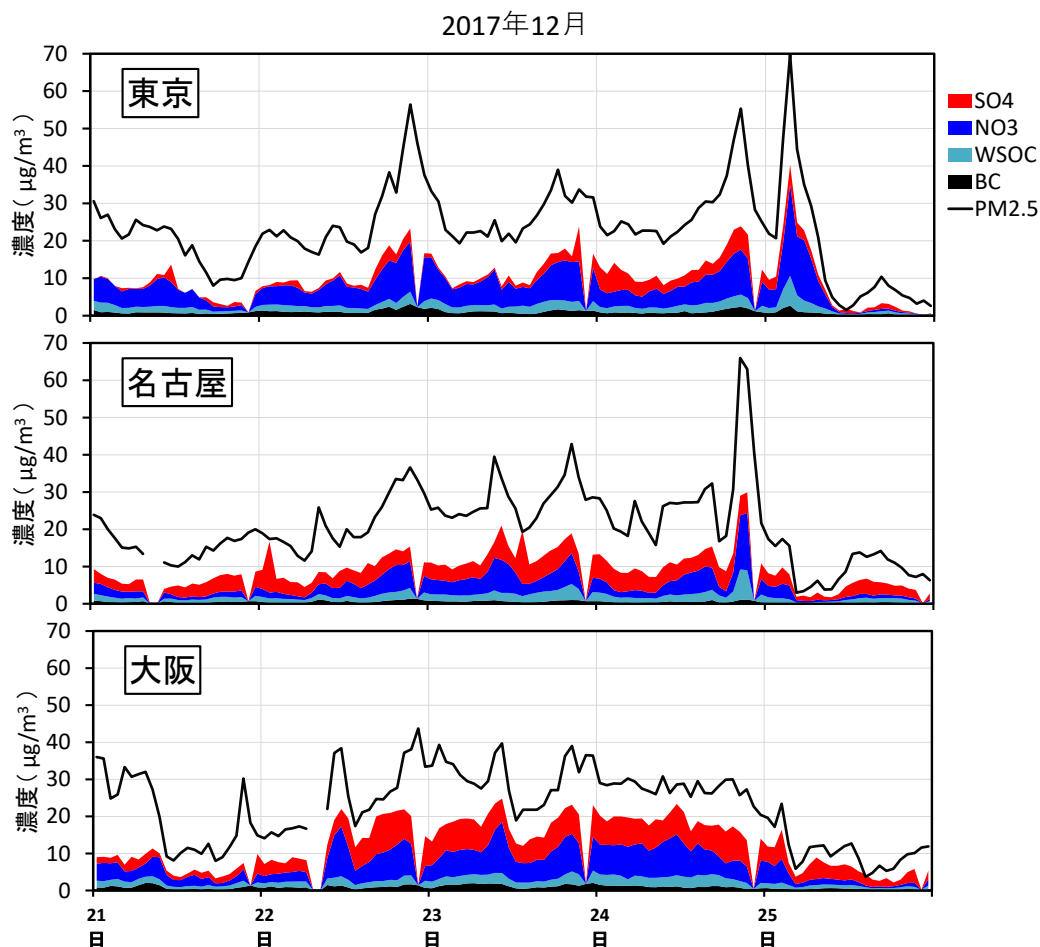


図1 2017年12月21～25日のPM_{2.5}及び成分濃度の推移

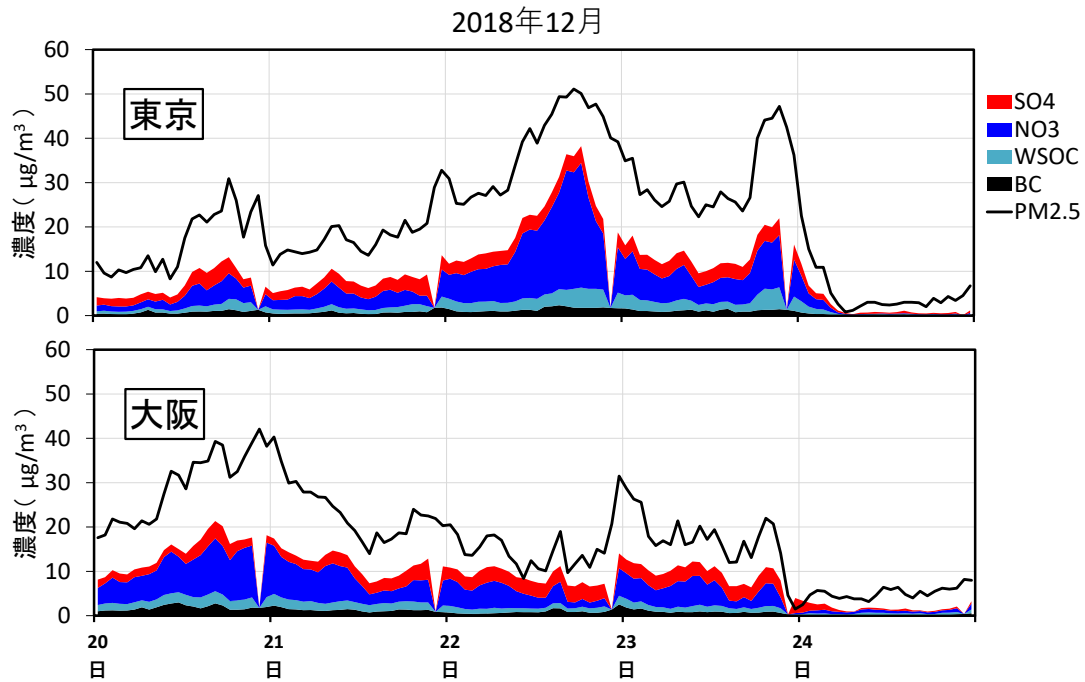


図2 2018年12月20～24日のPM_{2.5}及び成分濃度の推移

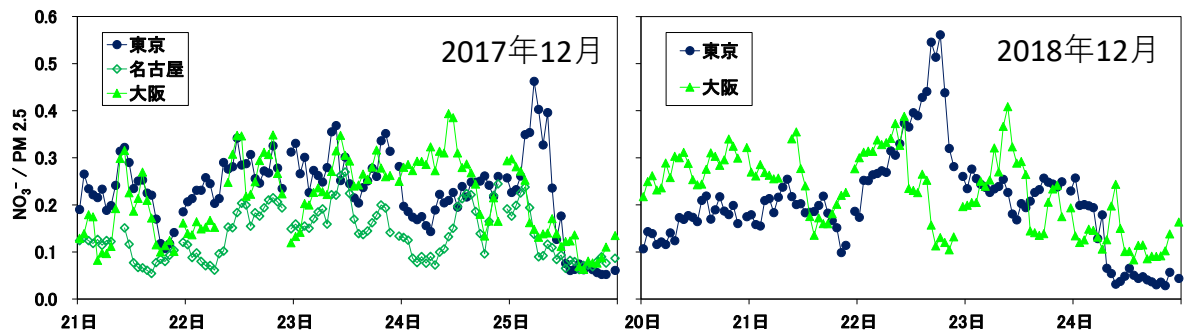


図3 2017年12月21～25日及び2018年12月20～24日のNO₃⁻/PM_{2.5}比の推移

図3にPM_{2.5}濃度に対するNO₃⁻濃度の比(NO₃⁻/PM_{2.5}比)を示す。全体を通してPM_{2.5}高濃度時にNO₃⁻の比率が高くなる傾向があり、特に2018年12月の事例の東京では最大で56%がNO₃⁻だった。それ以外の成分については、PM_{2.5}濃度に対する比率の大幅な増加等の特徴は見られなかった。

3.2 高濃度の気象的要因

図4及び図5に、2017年12月22日9時及び2018年12月21日9時の天気図⁵⁾をそれぞれ示す。2017年12月の事例における近畿、東海、関東南部及び2018年12月の事例における近畿では、移動性高気圧に覆われて、全般的に風が弱い状態であった。

まず、東京における気象的要因を考察するため、図6及び図7に、2017年12月21～25日及び2018年12月20～24日の21時に観測されたつくば(館野)における気温の鉛直分布をそれぞれ示す。東京で夜間に濃度上昇がみられた2017年12月22～24日及び2018年12月20～23日に、いずれも高度100～200m程度以内で強い接地逆転層が発生して

いた。東京とつくばは50km程度離れているが、安定した気象条件下での関東平野では類似した気象状況になっていると考えられ、東京では大気が滞留し高濃度につながったと考えられた。さらに、図8に2017年12月及び2018年12月における高濃度時の風の収束域の例を示した。図は各常時監視測定局のPM_{2.5}濃度と風向・風速を合わせて示している。図8(a)は東京における高濃度のピークの1つである2017年12月24日21時の分布であるが、破線で囲んだエリアでは、風速は弱いながらも北または東寄りの風と南または西寄りの風が向かい合っている様子がうかがえ、風が収束し粒子が拡散しにくい状況になっていたと考えられた。

なお、接地逆転層の形成は、2017年12月22～23日では放射冷却によるものと考えられたが、2017年12月24～25日及び2018年12月22～23日では低気圧の通過に伴い、雲に覆われたため放射冷却の影響は大きくはなく、図9に示したように両者ともに高濃度発生前に地表では北系の風が吹いていた状況のため、下層の冷氣塊と上層に入った

暖気との気温逆転が起きたことが考えられた。

続いて、大阪における気象的要因の考察は、大阪平野内での気温の鉛直分布の観測地点がないため、標高626mの生駒山の気温のデータを利用した。図10に、生駒山の気温を3.9℃補正（温度勾配0.65℃/100m×600m）し、大阪（標高23m）の気温と時系列で比較したものを示す。2017年12月と2018年12月のいずれの事例も夜遅くから明け方を中心に大阪の方が低温となっている時間帯があることから、接地逆転層の形成が推察される。また、図8(b)に2017年12月24日1時の近畿の濃度・風の分布を示したが、大阪平野でも高濃度時に風の収束が示唆される場合があった。このため、やはり大阪でも大気が滞留しやすい状態となり、PM_{2.5}濃度の上昇に繋がった可能性が考えられた。なお、図8(c)に2017年12月24日1時の東海の濃度・風の分布を示したが、名古屋のある濃尾平野においても高濃度時と風の収束の関連が示唆された。

一方、特に東京で顕著にみられるように、NO₃⁻が高濃度に寄与している点について、図11に東京における対象期間の気象データと窒素酸化物（NO_x）濃度（千代田区神田司局のデータ、ただし日射量・降水量はアメダス東京のデータ）の経時変化を、図1及び図2に示したNO₃⁻濃度と合わせて示す。気温が低い冬季は硝酸が粒子化しやすい性質があるが、日内変動でも気温が低下する夜間にNO₃⁻が高くなる傾向がみられた。また、特に2017年12月の事例で明確にみられるように、前駆物質であるNO_x濃度の上昇とともにNO₃⁻が高くなる傾向がみられた。これらは、夜間に相対湿度が上昇し、高湿度下での不均一反応によるNO₃⁻の生成が促進されることが大きな要因になっていると考えられる。降水により相対湿度が上昇する場合も同様で、2017年12月25日未明のNO₃⁻の上昇はその顕著な例であり、2018年12月22日及び23日も、日中であるがわずかに降水があり、その後のNO₃⁻の上昇に影響したと考えられる。

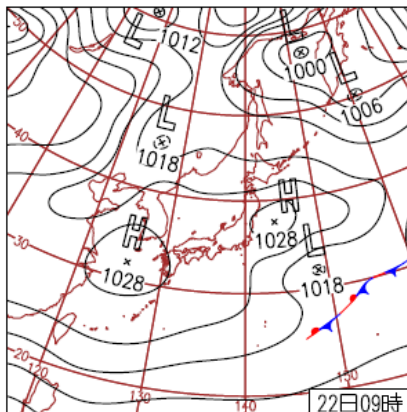


図4 2017年12月22日9時の天気図

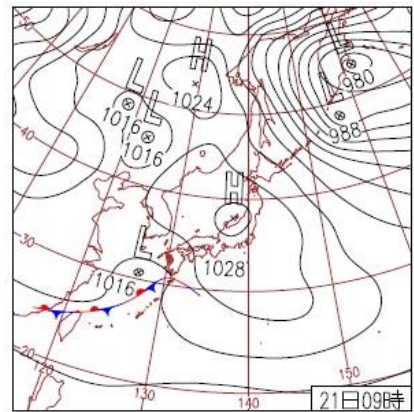


図5 2018年12月21日9時の天気図

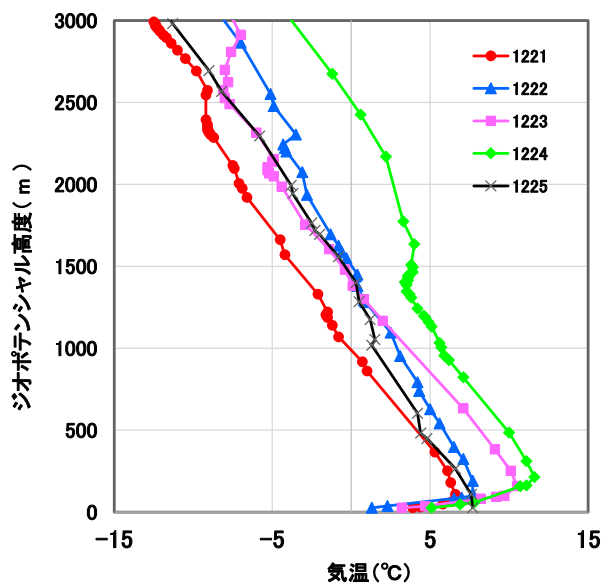


図6 2017年12月21～25日21時のつくば（館野）における気温の鉛直分布

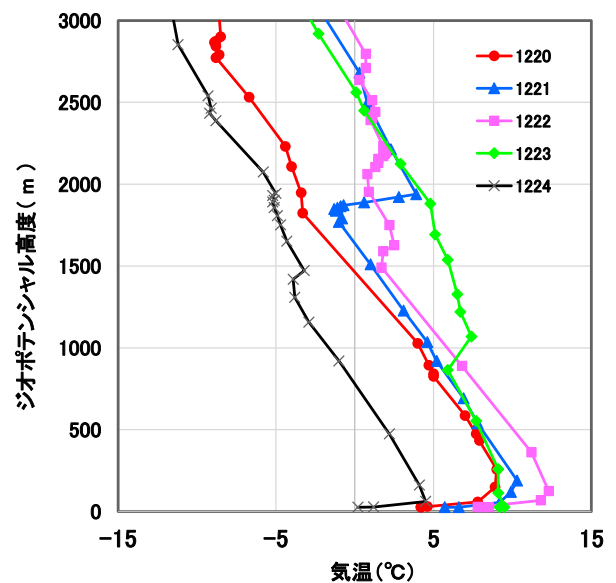


図7 2018年12月20～24日21時のつくば（館野）における気温の鉛直分布

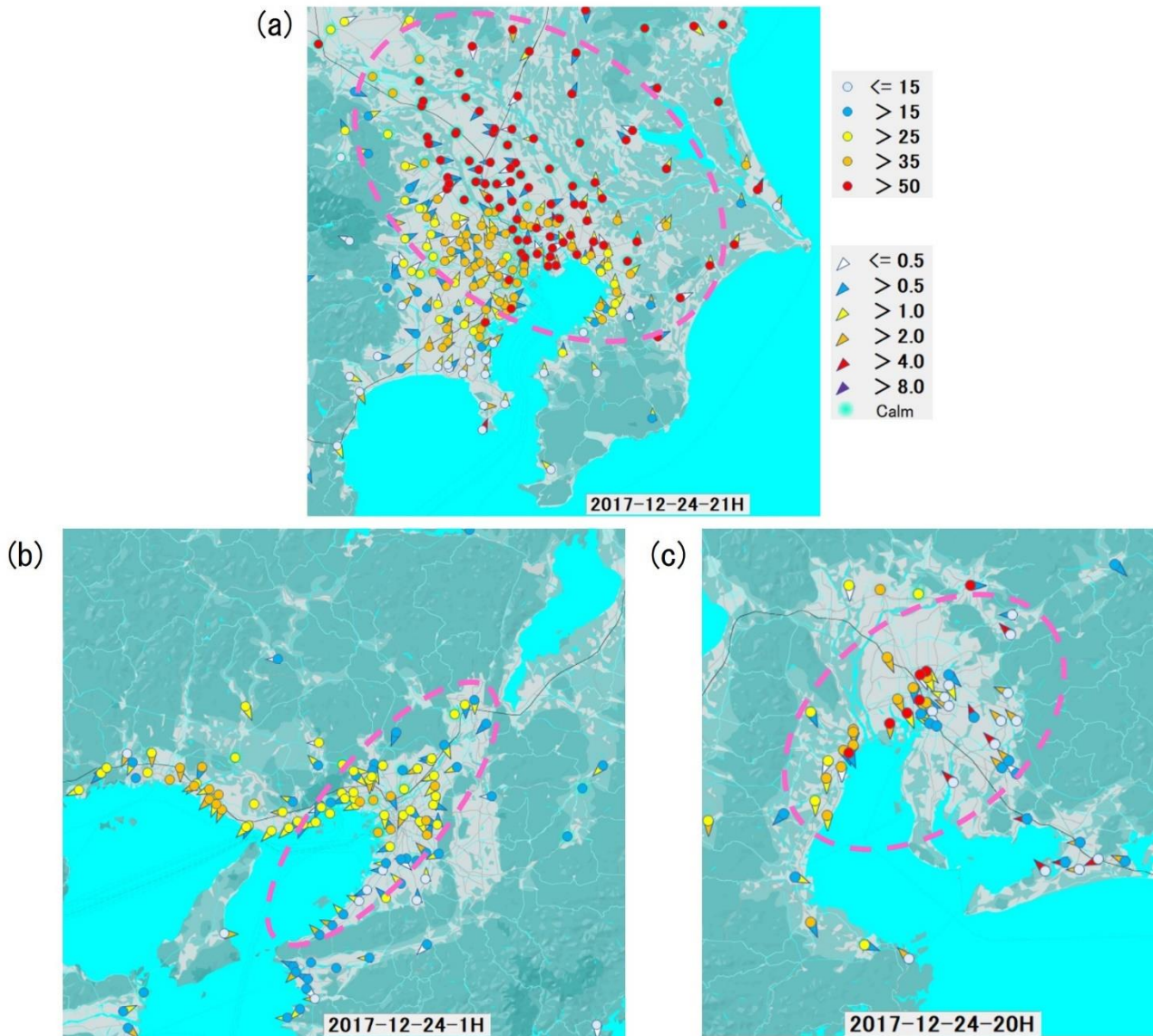


図8 2017年12月及び2018年12月の事例における高濃度時の風の収束域の例

※凡例 ○印：PM_{2.5}濃度[μg/m³] ▽印：風向・風速[m/s] 風向は吹き流しスタイル（凡例は北東の風）

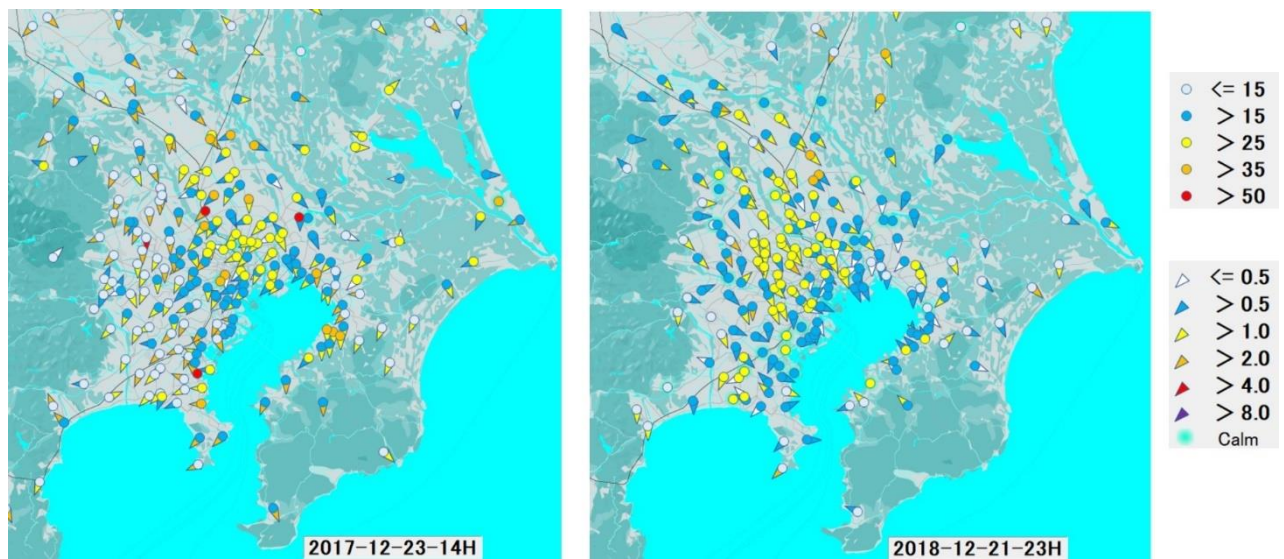


図9 2017年12月及び2018年12月の事例における関東の高濃度時前の北系の風

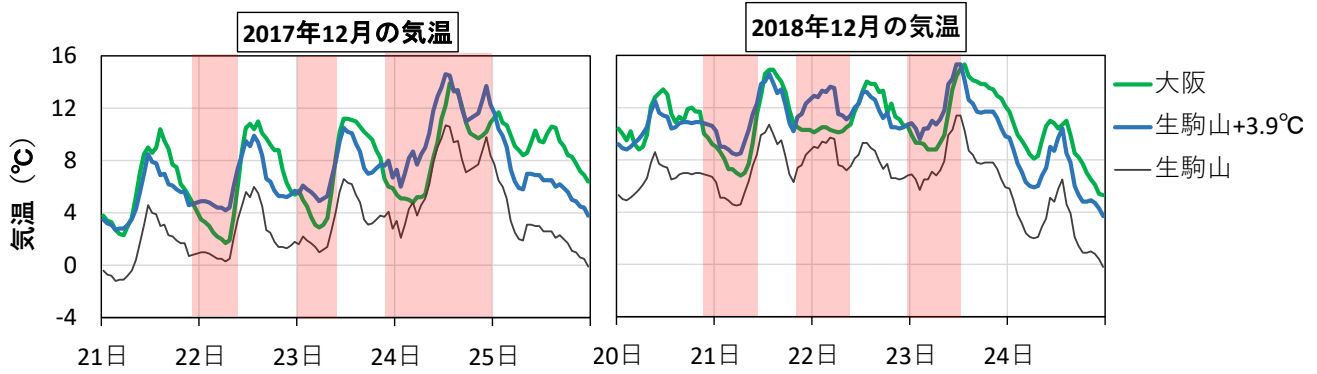


図10 2017年12月及び2018年12月の事例における近畿の高度の異なる地点における気温の推移

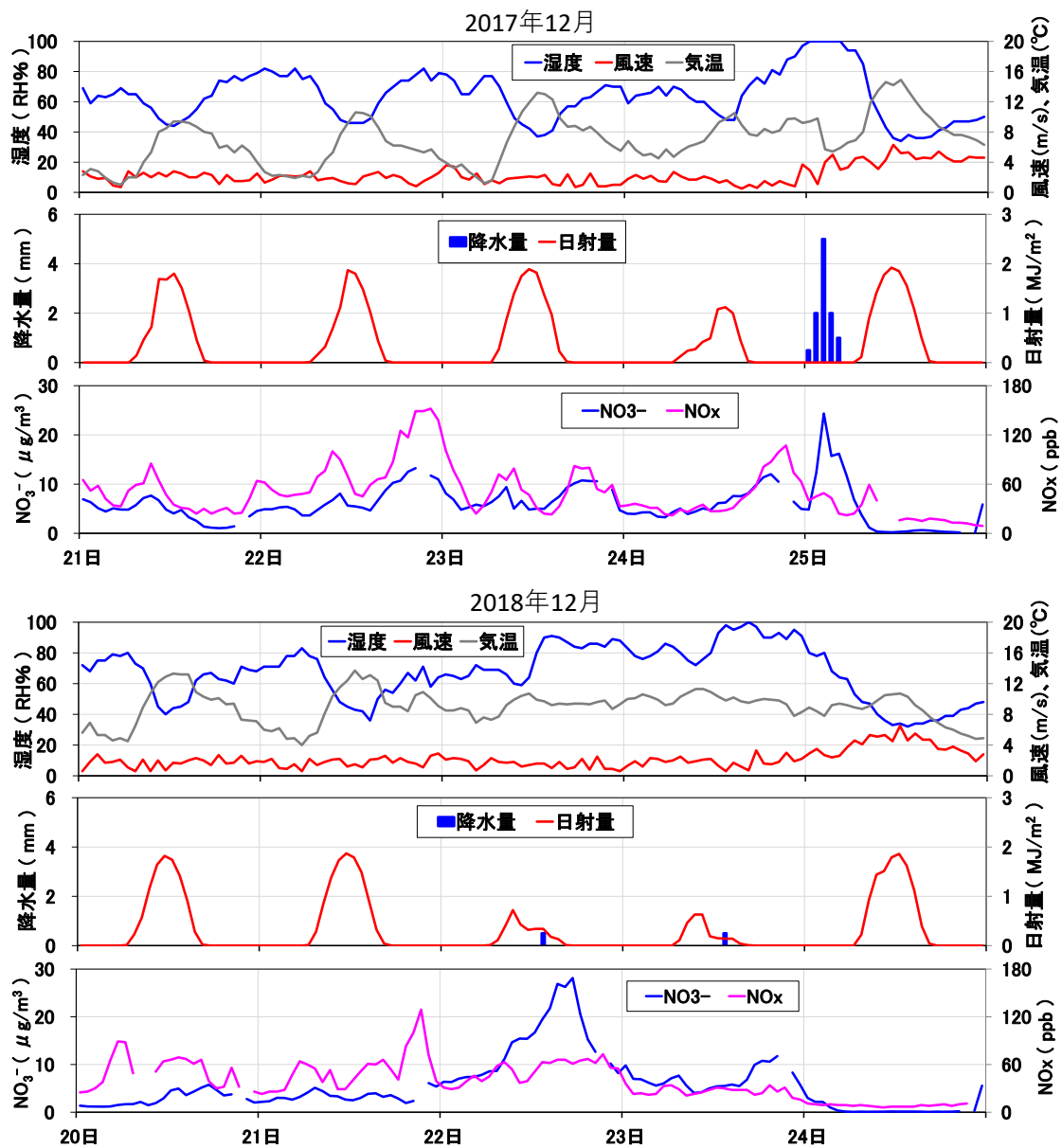


図11 東京における対象期間の気象データ，NOx及びNO₃⁻濃度の経時変化

日単位のフィルター捕集に基づく過去の高濃度事例解析では、NO₃⁻濃度の24時間平均値と前駆物質・気象要素の経時変化との関係から高湿度の影響が推測されたが⁶⁾、ここではNO₃⁻濃度の1時間値からその影響がより強く示唆された。

なお、2017年12月及び2018年12月のいずれの事例も、PM_{2.5}濃度が急激に低下したのは、低気圧が日本列島及び沿岸から太平洋上へ通過していく過程で発達し、図11の風速の変化でわかるように強い風が吹いたためであった。

4. まとめ

2017年及び2018年の12月下旬に、東京・名古屋・大阪の大都市圏において発生したPM_{2.5}の高濃度事例について、高時間分解能の成分データを中心とし、気象との関連を重点として解析した。2017年と2018年のいずれの事例においても、移動性高気圧に覆われて風が穏やかであったこと、接地逆転層が形成されていたことが共通しており、これらが大気を安定・滞留させ、PM_{2.5}の濃度上昇をもたらしたと考えられた。さらに、PM_{2.5}の濃度上昇にはNO₃⁻が寄与していた点が共通していた。この濃度上昇は夜間や降水後の時間帯に多く起きており、相対湿度が高くなることによって窒素酸化物 (NO_x) から硝酸塩への二次生成が顕著になったためと推察された。

冬季の大都市圏では、大気の安定・滞留による地域汚染によってPM_{2.5}の高濃度が発生すること、また、高湿度下における硝酸塩の二次生成の促進によってPM_{2.5}の高濃度が発生することが明らかとなった。二酸化窒素 (NO₂) は環境基準を十分達成しているが、PM_{2.5}の高濃度への寄与を考慮し、今後もさらにNO_xを削減していく必要があると考えられる。

また、高時間分解能のPM_{2.5}成分データを用いて解析することで、気象や前駆物質との関連を詳細に考察することが可能になることから、高時間分解能のPM_{2.5}成分測定の継続や拡充、測定データの解析を広げていくことが今後も重要である。

5. 参考文献

- 1) 国立環境研究所：光化学オキシダント及びPM_{2.5}汚染の地域的・気象的要因の解明 研究概要，<https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/R1-R3.pdf> (2024. 1. 25アクセス)
- 2) 環境省：微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分自動測定結果，https://www.env.go.jp/air/osen/pm_resultmonitoring/post_25.html (2024. 1. 25アクセス)
- 3) 国立環境研究所 環境展望台：大気汚染常時監視データ，<https://tenbou.nies.go.jp/download> (2024. 1. 25アクセス)
- 4) 気象庁：過去の気象データ検索，<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php> (2024. 1. 25アクセス)
- 5) 気象庁：日々の天気図，<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html> (2024. 1. 25アクセス)
- 6) 長谷川就一，米持真一，山田大介，鈴木義浩，石井克巳，齊藤伸治，鴨志田元喜，熊谷貴美代，城裕樹：2011年11月に関東で観測されたPM_{2.5}高濃度の解析，大気環境学会誌，**49**，242-251，2014

付記

本報の内容は、全国の地方環境研究所と国立環境研究所によるⅡ型共同研究「光化学オキシダント及びPM_{2.5}汚染の地域的・気象的要因の解明」（2019～2021年度）において行われました。

謝辞

気象的要因の考察にあたっては、上記Ⅱ型共同研究におけるアドバイザーの早崎将光博士（一般財団法人日本自動車研究所）にご助言をいただきました。ここに感謝申し上げます。

＜支部だより＞

九州支部

令和4年度及び令和5年度の九州支部の活動状況について報告します。

（支部事務局：宮崎県衛生環境研究所）

【令和4年度】

1. 令和4年度全国環境研協議会九州支部総会

（担当機関：宮崎県衛生環境研究所）

(1) 期日：新型コロナウイルス感染症予防のため、書面開催

(2) 議事

- ①令和3年度事業報告並びに収支決算報告について
- ②令和4年度事業計画並びに収支予算案について

(3) 報告

- ①各県市提出議題，照会事項
 - ・気候変動適応センターの設置について
 - ・情報発信，広報活動に関する取組について
- ②支部長表彰

被表彰候補者の推薦がなかった旨を報告しました。
- ③次期役員等の選任について

令和5年度支部役員を選任のほか，支部総会等の担当機関について確認しました。

（令和5年度九州支部総会担当機関は，鹿児島県環境保健センター）

2. 令和4年度環境測定分析統一精度管理調査九州ブロック会議

（担当機関：佐賀県環境センター）

(1) 期日：令和4年7月5日（火）（web開催）

(2) 議事

環境測定分析における留意点及び精度管理について

- ・模擬排水試料（一般項目等）
杉田 和俊 氏（麻布大学獣医学部）
- ・模擬水質試料（ノニルフェノール等）
山本 貴士 氏（国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域）
- ・模擬PM_{2.5}試料（無機元素）
藤森 英治 氏（環境省環境調査研修所）

(3) 次期開催機関挨拶

（令和5年度九州ブロック会議担当機関は，熊本市環境総合センター）

3. 第48回九州衛生環境技術協議会

（担当機関：熊本市環境総合センター）

(1) 期日：令和4年10月13日（木）～14日（金）（web開催）

(2) 分科会

- ①大気分科会
事例・研究発表：2題，照会事項：10題
- ②水質分科会
事例・研究発表：2題，照会事項：8題
- ③生物分科会
事例・研究発表：3題，照会事項：2題
- ④ウイルス分科会
事例・研究発表：1題，照会事項：4題
- ⑤細菌分科会
事例・研究発表：2題，照会事項：8題
- ⑥衛生化学分科会
事例・研究発表：3題，照会事項：15題

(3) 特別講演

地方衛生研究所全国協議会九州支部長表彰受賞者3名による特別講演が行われました。

【令和5年度】

1. 令和5年度全国環境研協議会九州支部総会

（担当機関：鹿児島県環境保健センター）

(1) 期日：令和5年7月21日（金）

(2) 場所：かごしま県民交流センター（鹿児島市）

(3) 議事

- ①令和4年度事業報告並びに収支決算報告について
- ②令和5年度事業計画並びに収支予算案について

(4) 報告

- ①各県市提出議題，照会事項
 - ・分析技術の向上及び継承に係る取組について
 - ・試薬（毒物・劇物）の管理システム導入について
 - ・新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行後の対応について
 - ・環境DNAを用いた生物学的調査の取組について
- ②支部長表彰

調査・研究等の業務の推進に長年功績のあった被表彰者3名の決定について報告しました。

高橋 浩司 氏（福岡県保健環境研究所）
船越 章裕 氏（長崎県環境保健研究センター）
田崎 盛也 氏（沖縄県衛生環境研究所）

③次期役員等の選任について

令和6年度支部役員等の選任のほか、支部総会等の担当機関について確認しました。

(令和6年度九州支部総会担当機関は、沖縄県衛生環境研究所)

2. 令和5年度環境測定分析統一精度管理調査九州ブロック会議

(担当機関：熊本市環境総合センター)

(1) 期日：令和5年7月13日(木)(web開催)

(2) 議事

環境測定分析における留意点及び精度管理について

- ・模擬水質試料(一般項目等)

中里 哲也 氏(国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 環境創生研究部門 環境計測技術研究グループ)

- ・土壌試料(金属等)

越川 昌美 氏(国立研究開発法人国立環境研究所 地域環境保全領域)

- ・模擬水質試料(PFOS等)

神野 透人 氏(名城大学薬学部 衛生化学研究室)

(3) 次期開催機関挨拶

(令和6年度九州ブロック会議担当機関は、福岡市保健環境研究所)

3. 第49回九州衛生環境技術協議会

(担当機関：福岡市保健環境研究所)

(1) 期日：令和5年10月12日(木)～13日(金)

(2) 場所：ふくふくプラザ(福岡市)

(3) 参加者：13機関 121名

(4) 分科会

①大気分科会

事例・研究発表：3題，照会事項：8題

②水質分科会

事例・研究発表：3題，照会事項：12題

③生物分科会

事例・研究発表：5題，照会事項：2題

④ウイルス分科会

事例・研究発表：2題，照会事項：9題

⑤細菌分科会

事例・研究発表：2題，照会事項：8題，
レファレンスセンター報告：6件

⑥衛生化学分科会

事例・研究発表：4題，照会事項：9題

(5) 支部長表彰式

全国環境研協議会九州支部長表彰3名並びに地方衛生研究所全国協議会九州支部長表彰2名の表彰式を執り行いました。



支部長表彰受賞者

(左から飛石氏、辻村氏、高橋氏、船越氏、田崎氏)

(6) 特別講演

上記表彰受賞者5名による特別講演を行いました。

①全国環境研協議会九州支部長表彰特別講演

- ・微量有害化学物質の分析法開発と実態解明
高橋 浩司 氏(福岡県保健環境研究所)

- ・長崎県気候変動適応センターの取り組み

船越 章裕 氏(長崎県環境保健研究センター)

- ・プログラミング言語Pythonを利用した流跡線解析について

田崎 盛也 氏(沖縄県衛生環境研究所)

②地方衛生研究所全国協議会九州支部長表彰特別講演

- ・魚介類を主菜とする市販の調理済み食品(弁当類)
中のハロゲン系難燃剤

飛石 和大 氏(福岡県保健環境研究所)

- ・地方衛生研究所における質量分析計(MS)の多樣的活用
ータンデムLC-MSによるターゲットプロテオミクスの取り組みー

辻村 和也 氏(長崎県環境保健研究センター)

(7) 議事

①令和4年度会務報告

②分科会協議報告

③次回分科会討議報告

編集後記

本年元日に石川県輪島市付近を震源とする推定規模マグニチュード7.6の大地震が発生しました。石川県能登地方には一時大津波警報が発表され、更に輪島市では大規模火災も発生、穏やかであった元日が一瞬にして惨事に見舞われたことは、記憶に新しいことと思います。この大地震により、石川県では241名の尊い命が犠牲となり、さらに、新潟、富山、石川、福井の日本海沿岸の各県で1500名を超す方が負傷され^{*}、住家倒壊も甚大で、今もなお避難生活を余儀なくされている方々が大勢いらっしゃいます。犠牲になられた方々へ哀悼の意を表するとともに、被災された方々には心からお見舞い申し上げます。

（^{*}R6. 3. 5時点。総務省消防庁発表資料より）

さて、先日気象庁はこの冬（昨年12月～今年2月）の平均気温は平年より1.27度高く、1898年の統計開始以来、2番目の暖かさだったと発表しました。同庁の異常気象分析検討会では、同検討会会長談として「顕著な暖冬で、かなり異常な状態と言える」との見解を示しました。

この要因としては、地球温暖化の影響などにより地球全体の気温が高かったことに加え、海面水温が平年より高い現象が影響したことで偏西風の蛇行が生じ、その結果、日本付近は平年に比べ暖かい空気に覆われやすかったためだそうです。まさに気候変動がもたらした負の影響を象徴する冬の暖かさだったのではないのでしょうか。

このように地球温暖化がもたらす気候変動は、今後様々な分野で各地域に影響を及ぼしてくるものと思われます。

このため、気候変動影響や適応策に関する情報収集・発信拠点である「地域気候変動適応センター」の役割が、ますます重要となってくるでしょう。

北九州市保健環境研究所が広報部会長事務局を担当して1年が過ぎようとしています。諸々ご迷惑をお掛けした部分もございますが、皆様のおかげで滞りなく会誌を発行することができました。関係各位に深く感謝致します。

次年度も引き続き広報部会長事務局を担当します。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。

最後になりましたが、巻頭言を執筆していただいた徳島県立保健製薬環境センター所長の相原様、特集の「第50回環境保全・公害防止研究発表会」を担当していただいた鳥取県衛生環境研究所様、報文を投稿していただいた皆様、「支部だより」を執筆していただいた宮崎県衛生環境研究所様、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。

（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.49 No.1(通巻170号)

Journal of Environmental Laboratories Association

2024年3月25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