

2022 年環境ホルモン学会参加報告

2022 年 6 月 14 日から 16 日まで、富山市の富山国際会議場にて、第 24 回環境ホルモン学会、第 30 回環境化学討論会、第 26 回日本環境毒性学会の「環境化学物質 3 学会合同大会が対面およびオンラインのハイブリッド形式で開催されました。学会の発表の中で印象に残った発表を、参加した予防医学センターのスタッフが紹介します。学会のプログラムについては以下の URL をご覧ください。[\(\[JEC\]\(http://smartcore.jp\)\)一般社団法人日本環境化学会 \(smartcore.jp\)](http://smartcore.jp)

森千里・予防医学センター長・教授

3 学会合同大会のテーマは「次世代に健全な環境を残すため、化学物質を多角的に考える」であった。企業展示の参画企業を除くと約 700 名の参加者が集まったとのことである。

最も印象に残ったセッションとしては、6 月 14 日の特別企画 1 「ゼロ・ポリューション：環境化学のこれから」で、当センターが共同研究を進めている、積水ハウス・総合住宅研究所の田中眞二氏より「空気環境配慮仕様：エアキスの開発」についての紹介があった。また、環境省水・大気環境局大気環境課の太田志津子課長より「産官学の連携を通じた化学物質管理の推進」の講演があり、これまでに以上に今後は官民一体で環境化学の分野での共同研究や人材育成が必要とされる時代になったと実感している。

江口哲史・予防医学センター講師

江口は演者として口頭 1 題、ポスター 1 題、自由集会での口頭発表 2 題の計 4 題を発表しました。報告者は本会で、幅広い化学物質の一斉分析に関する話題を中心に、口頭発表・ポスターで話題提供を行いました。媒体中に残留する環境中に存在する多様な化学物質の一斉モニタリングや、それらの曝露に伴う影響を解明することは今後の環境分野における研究において重要な課題になると考えています。

測定対象が増加すると、得られたデータの取り扱いも複雑になります。自由集会は、得られたデータの取り扱いに関する内容であり、18 時半からの開始にも

関わらず多くの参加者が集まり、環境データの解析に関しても高い関心が寄せられていることを実感しました。

発表に際し、様々なコメントや今後の研究に関するお誘いなどもいただきましたので、これを足がかりに化学物質の一斉モニタリングに関する研究のネットワークを拡大していければと考えています。

戸高恵美子・予防医学センター副センター長・教授

新型コロナウイルス感染症流行のため、過去2年間は対面での学会は開催できませんでしたので、3年ぶりの対面参加でした。オンラインが発達し、忙しくても自宅にいながら学会の発表を視聴できるようになったのは大変ありがたい技術の進化です。一方では、昔からよく知っている先生方にお会いして旧交を温めたり、他大学の学生さんたちとお話しをして若い方たちの将来の希望を聞いたりする機会が得られるので、対面も大切だと思いました。以下、研究発表の中で私が視聴して興味深かったものを紹介します。研究発表ですので、具体的な数値は紹介できません。

EUの「ゼロ・ポリューション行動計画」

初日の特別企画では、森下哲氏（いであ株式会社取締役副社長）より、EUの「ゼロ・ポリューション アクションプラン」の紹介がありました。2021年5月に欧州委員会（European Commission）が採択した行動計画で、2050年までに空気、水、土壌汚染が人にも自然生態系にも有害では無いレベルまで下がり、有害物質の存在しない環境づくりを目指すものです。そのために、2030年までに汚染物質を排出源から削減することをスピードアップし、以下の6つの目標の達成を目指します。

1. 大気汚染による早期の死（premature death）を55%減らす
2. 廃棄物やプラスチックごみが海へと流れ込むのを50%減らし、マイクロプラスチックが環境中に放出されるのを30%減らす
3. 土壌からの栄養分の損失や化学農薬の使用を50%減らして土壌の質を改善する
4. 大気汚染が生物多様性を脅かしているEUの地域を25%減らす
5. 交通からの騒音によって慢性的に悩まされている人を30%減らす

6. 廃棄物が出るのを大幅に減らし、都市から出る廃棄物を 50%減らすとても挑戦的な取り組みで、このような具体的な目標を設定し、市民に広く告知していくことが必要だと思いました。詳しくは、以下のウェブページをご参照ください。

[Zero pollution action plan \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurobarometer/surveys/index.cfm?id=653&lang=en)

マイクロプラスチック

EU の取り組みにもありますが、マイクロプラスチック（直径 5 ミリメートル以下のプラスチック片）汚染問題は大変重要ですので、今回の学会でも多くの発表がありました。プラスチックは紫外線により劣化すると剥がれたり、割れたりして微小になっていき、土壌、水を汚染します。そのように壊れて生み出されるものと、そもそも小さなプラスチックビーズ（スクラブ洗顔剤などに含まれる）も、水、土壌を汚染し、最終的には海に流れ込みます。

プラスチックは石油から製造されるのですが、製造の課程で様々な添加剤が使われるので、マイクロプラスチックからはそれらの添加剤が溶け出していきます。水中に生息する生物がそれを餌と間違えて食べて消化管がプラスチックで詰まってしまうという物理的な問題と、溶出してくる化学物質による影響がどちらも懸念材料です。

研究発表では、道路標識やロードコーン（道路の区分などをするための円錐形のもの。オレンジ色と白の縞模様のをよく見かける）などが紫外線で劣化し、それらが下水道から河川水に流れ込み、それを生物が摂食してプラスチック添加剤が溶出している報告がありました。そういえば、と見回すと、横断歩道のペイントは施工したばかりの時は真っ白ですが、時がたつにつれだんだんと剥がれ、見えにくくなっていきます。道路に置かれたコーンもだんだんと劣化して割れているものが多く見られます。古いコーンの周辺は、細かく砕けたプラスチックで囲まれています。



これらは雨などで流されて下水道に吸い込まれ、やがては河川から海へと流れ込むのです。プラスチックは大変安く、便利な物質で私たちの生活に欠かせないものですが、製造、使用、廃棄後のすべての人や生態系への影響を考慮する「ライフコース」にもっと注意を払わなくてはならないと思いました。

農薬（ネオニコチノイド）

高温多湿の日本では、虫が多く発生し、農家はいつも害虫に悩まされてきました。また、消費者も虫に食われた跡が全くない野菜や果物を求める傾向があるため、見栄えを悪くさせないためにも、農薬は欠かせないものとなっています。戦後、多くの化学農薬が開発され、使用されてきました。それらの中には、たとえば DDT のように、いわゆる「人畜無害」とされて人に直接かけていた農薬もあります。私の母は昭和 15 年の生まれでしたが、戦後アメリカの進駐軍から DDT を首筋からかけられてとても嫌だった、と言っていました。しかし、アメリカ軍は日本人だから農薬をかけたわけではなく、自国でも国民に直接かけていたのです。それほどまでに安全だと信じられていたことがわかります。しかし、その長期残留性と野生生物への毒性が問題になり（レイチェル・カーソンによる「沈黙の春」など参照）残留性の低いものへと変わっていきました。

ネオニコチノイドは、水に溶けやすいため植物に浸透しやすく、害虫を寄せ付けない効果が長く続き、人や哺乳類への有害性が低いとされて世界中で使われています。

名前からイメージできるとおり、ニコチン系の農薬です。我が家では昔、母が庭でたくさんの花を栽培しており、その頃ヘビースモーカーだった父の吸ったタバコの吸い殻を水に溶かして、農薬代わりに使っていたのを覚えています。

現在日本では7種類のネオニコチノイド系農薬が使われています。ネオニコチノイド系農薬の使用が本格的に始まったのは1990年代初頭からですが、この頃から世界でミツバチの大量死や巣の崩壊現象が報告されるようになり、この農薬との関連が疑われました。ミツバチのみならず、トンボなど水生昆虫、シラスウナギの激減との関連も報告されています。

[ネオニコ系農薬 人への影響は【報道特集】 - YouTube](#)

研究発表のポスターの部では、国立環境研究所の高澤嘉一先生らのグループが、茨城県内の河川水におけるネオニコチノイド系農薬とその分解物23成分について調査した結果を発表されました（ポスター番号 P-114）。2019年の4月から9月にかけて、県内の三つの河川水を毎週採水しそれらの物質の濃度を測定しました。すると、それらの中でも一つの河川水で5月から6月にかけて濃度が高く検出されたのですが、その採水地周辺は水田が多い農地であるとのこと。高澤先生らのグループは、「将来にわたって農業活動を維持するためには、これらの化学物質がさまざまな野生生物に及ぼす影響を評価する必要がある」と結論していらっしゃいました。

次に、東洋大学の池田匡滋さんの発表「下水処理場をめぐる水環境中のネオニコチノイド系およびフェニルピラゾール系殺虫剤の挙動」（ポスター番号 P-115）では、群馬県内の人口約5000人の街の下水処理場への流入水と河川への放流水を2019年8月から2020年7月にかけて採水し、その中に含まれるネオニコチノイド系およびフェニルピラゾール系殺虫剤の濃度を調べました。その結果、ネオニコチノイド系殺虫剤の中でもアセタミプリドは3月に濃度が上がり、イミダクロプリドは5月に濃度が上がったとのこと。同じネオニコチノイド系農薬でも、対象となる農作物や害虫により使用する時期が異なることがわかります。

農薬を環境中から分析する場合、その農薬の使用時期に注意する必要があります。農薬を使用しない時期に検体を採取しても、ほとんど出てこないために「この物質は検出されないから安全だ」と結論付けられてしまうことがあります。使用時期と、使用対象作物、対象害虫などをよく調べてから環境調査する必要があります。

農業従事者の方々の高齢化が課題となっており、労働の負担を軽くするためには農薬の使用もやむを得ないと思いますが、少しでも使用量が減らせるようにできないだろうかと考えます。使用する農家の方の健康も害すからです。農薬による健康被害の問題は、環境問題というよりも、労働衛生の問題と考えたほうが対策が取りやすいように思います。

難燃剤

テレビやコンピューターなどの家電製品は使用しているうちに高温になり、発火する場合があります。それを防ぐため、難燃剤という成分が使われています。以前は臭素系の難燃剤が広範囲に使われていたのですが、ストックホルム条約や国内の法律により規制され、代替が進みました。

人が難燃剤にばく露するのは、さまざまな経路が考えられます。家電製品やカーテンなどのインテリア製品からは揮発するので空気中に存在している物質を呼吸により体内に取り込むケースがあります。また、残留性の高い臭素系難燃剤などは魚介類の脂肪分に多く蓄積しているため、食事経路で摂取することもあります。さらに、私たちの現代生活はプラスチック製品に囲まれて成り立っていると言っても過言ではありません。スーパーやコンビニエンスストアなどで売られているお弁当の容器はほとんどがプラスチック製品です。プラスチック製品には数多くの添加剤が使用されており、その添加剤には難燃剤も含まれています。

摂南大学の中尾晃幸先生のグループによる発表「有機リン系難燃剤による母乳汚染と乳児摂取量の解明」(ポスター番号 P-78) は、日本人の母乳中の有機リン系難燃剤の検出についての報告でした。有機リン系難燃剤は、臭素系難燃剤の代

替品として登場し、1998年頃から使用量が増加してきたそうです。この研究グループでは、24名の母親の出産後1か月の母乳中濃度を測定しました。その結果、検出率は100%で、中には乳脂肪分1グラムあたり3000ナノグラムを越す濃度も検出されました。

WHOは、母乳が乳児にとり理想の食品であり、安全で、清潔で、小児期によくある疾患から子供を守る免疫を母親から受け取る大切な役割をしていると説いています。[Breastfeeding \(who.int\)](http://www.who.int)

赤ちゃんにとり大切な母乳が汚染されているのは、将来の健康状態に懸念が生じます。このような研究が進むことで、母乳経由の汚染が減らせることにつながることを期待しています。

ポスター番号P-80の「市販の調理済み食品（弁当類）からの臭素系難燃剤へキサブプロモシクロドデカンの摂取量調査」は、福岡県保健環境研究所の佐藤環先生らのグループによる、弁当の総菜の魚介類から検出される難燃剤についての報告です。弁当の中の調理済み魚介類と、それ以外とに分けて分析したところ、魚介類のみから検出されましたが、一部を除いて低い濃度だった、とのことでした。しかし、多くの人がお弁当を購入後電子レンジで温めて食べています。電子レンジで高温になったプラスチックから添加剤が溶出し、食品に移行することが考えられますので、今後そのような扱いによる暴露も検討していただけると興味深い結果がわかるのではないかと思います。

北海道大学の和田博美先生らのグループは、周産期に臭素化難燃剤BDE-209に曝露されたラットの社会行動への影響を発表されました（ポスター番号P-93）。動物実験では、BDE-209は甲状腺ホルモン系をかく乱するという報告や、甲状腺ホルモンが低下すると新生仔ラットの苦痛の超音波発声が増大する、という報告があるそうです。

和田先生らのグループでは、妊娠15日から出産後21日までの間、母ラットにBDE-209を投与し、生後43-45日の新生仔に仲間遊び（じゃれ合い遊び）を行ったそうです。その結果、オスでは不快感情を示す超音波発声が増加し、他個体との相互交渉が減った、つまり他個体との交渉を不快と感じるのではないか、という考察でした。

難燃剤の項目の冒頭で紹介したとおり、ストックホルム条約により、残留性の高い臭素系難燃剤については代替が進んでいます。規制ができると、これで一安心、と思われるかもしれませんが、製造が大幅に減少したとしても、使用は継続されます。既に使用されている製品を回収することはほぼ不可能なのです。

ポスター番号 P-116 では、東京農工大学の小林恵さん、水川薫子先生のグループが「多摩川における臭素系難燃剤の分布と負荷源の推定」と題して発表されました。東京の西部を流れる多摩川の 16 地点の河川水および 6 か所の下水処理施設の放流口からの放流水中、そして道路粉塵中の臭素系難燃剤を分析・測定しました。その結果、雨天時は晴天時に比べると難燃剤の濃度が一桁高く検出されること、道路粉塵から高濃度に検出されること、いずれの試料からも、現在は使用が規制されている BDE-209 の検出割合が最も高いことがわかりました。臭素系難燃剤の長期残留性を考えると、今後も長くこれらの物質による環境汚染は続くものと想定されます。

臭素系難燃剤について、ご興味があれば以下の国立環境研究所のホームページをご覧ください。

[循環・廃棄物のけんきゅう - 循環型社会・廃棄物研究センター オンラインマガジン『環環 kannkann』 \(nies.go.jp\)](http://www.nies.go.jp/kankann/)

東洋大学の池田さん、東京農工大学の小林さんは修士の学生さんなのですが、このような地道な調査・研究をされていることは素晴らしいと思いました。若い人が環境汚染問題について真剣に考え、時間とエネルギーと情熱を注いでくれることに希望を見出した思いです。大学の予算が年々削られ、正規ポジションが少なくなり、若い人たちが科学研究に進まなくなっています。現在のままでは日本の科学の将来が心配です。研究成果が経済効果を生むか、特許が取れるか、などで評価される傾向が強まっていますが、そのような価値観ではなく、もっと大きく、将来の人類のために研究することが評価されるようになってくれることを願っています。

有機フッ素化合物（PFAS 類）

最後に、その長期残留性から「永遠の化学物質」と呼ばれることもある有機フッ素化合物（PFAS 類）についての発表の紹介です。

今回の 3 学会合同大会では、PFAS 類についての発表が口頭、ポスターとも多くありました。有機フッ素化合物は、フッ素と炭素の鎖からなり、水にも油にも溶けません。その撥水性、撥油性から、フライパンなどの調理器具、乗り物の座席、カーペット、食品包装などに使われており、現代の「きれいで快適な」生活には欠かせない物質類です。

PFAS 類は化学的に非常に安定しており、紫外線や微生物などでは分解されません。そのため、一度環境中に放出されれば長期間残留し、野生生物や魚介類、人の血液からも検出されます。2007 年のアメリカでの調査では、ほぼ 100%の血中から検出されたそうです。空港などで使われる泡消火剤にも使われているため、消火訓練や事故などの際に大量に使用されると周辺環境を汚染します。ストックホルム条約で、PFAS 類の中で PFOA と PFOS の 2 種類については規制がされましたが、PFAS 類は約 5000 種類も製造されていると推定されているため、これからも多くの代替物質が製造されると思われます。現在、日本では水道水中の目標値として、PFOS と PFOA の合計で 50ppt 以下、と設定されています。

[永遠の化学物質 水の PFAS 汚染 - 岩波書店 \(iwanami.co.jp\)](http://www.iwanami.co.jp)

岩波書店「世界」2021 年 3 月号「化学物質に満たされたコップの中の子どもたち」（戸高・森）参照。

学会での口頭発表では、別府湾、大阪湾の底泥を円柱状に取り出し、泥の中に存在する PFAS 類 17 種類を分析、測定した結果、年代によって検出される PFAS の種類のトレンドがわかる、という、規制とその環境影響がわかる発表を興味深く拝聴しました。（池尾拓馬さんら、WE-A4-1「別府湾および大阪湾の底質柱状試料を用いた PFAS 汚染の時系列評価」）

また、マウスを使った実験で、低濃度かつ複合的な PFAS 汚染を解析したところ、腎臓や心臓の組織への影響は見られなかったものの、肝細胞に好酸性顆粒を

伴う病理組織学的変化が見られた、との発表が、北里大学の武田一貴先生からありました(TH-C2-6「パーフルオロアルキル化合物 (PFASs) のマウスへの低濃度混合暴露による毒性影響評価」)。PFAS については、肝臓への蓄積性が高いことや肝臓がん患者の血中 PFOA、PFAS 濃度が高い、などという報告が過去にありましたので (Cao ら、Chemosphere, 2022)、肝臓への影響に注意する必要があるのかもしれませんが。武田先生のご研究は、現実の社会で低濃度・複合暴露による影響を、メタボローム解析などの最新のテクニックも使って解析しようとするチャレンジングなもので、引き込まれました。今後の研究成果が待たれます。

最後に、PFAS 類による汚染をせめて水道水中から除去することはできないか、という問いに答えてくれる発表が、ポスター番号 P-152「イオン交換技術による PFAS 除去の検討～PFAS から水を守る～」(オルガノ株式会社) でありました。沖縄県には米軍基地が多いこともあり、基地由来の PFAS による周辺環境の汚染が問題になっています。水中の PFAS は活性炭で除去することは可能なのですが、炭素鎖の短い PFAS は活性炭をすり抜けてしまいます。オルガノ株式会社は水処理の会社なので、イオン交換樹脂を使って、そのような炭素鎖の短い PFAS もキャッチして除去する技術を開発したのです。せめて、水道水からだけでも有害物質を取り除き、子どもが安全な水を飲むことができるようにしなければなりません。

PFAS は超難分解性の物質で、「それではいけない」と、短鎖の PFAS 類が開発され、長鎖のものからの代替が進んでいます。しかし、では短鎖なら環境にやさしいかというところではなく、残留性は変わりません。PFAS 問題を考え始めると、いったいどうしたら良いものか、いつも深みにはまってしまい、良い解決策は浮かんできません。地球上の隅々まで汚染した物質を回収することなどできないし、分解もほとんどしない、そんな物質をこれからどうしたら良いのか。科学の世界で知恵を集めて、将来世代が汚染の悪影響を受けないように研究するのが、今の私たちの使命です。

ちょっとおいしい話…。

富山といえば「キトキトの魚」。学会に対面で参加する際の楽しみは、その土地のおいしいものを頂けることです。北陸で有名なお魚はノドグロですね。あちこちのお店でいろんな料理法で提供されています。私も居酒屋さんでノドグロの塩焼きをいただき、迫力満点の写真を撮りました。皆さまも、機会がありましたらぜひ富山へ「こられ！（いらっしゃい！）」



一方、滞在していたホテルの朝食が高かったのですが、会場近くの喫茶店やカフェなどで朝ご飯を頂きましたが、結構レベルの高いお店がありました。国際会議場のすぐ近くにある「やまむろ」という喫茶店は朝8時から開店しているのですが、ホットサンドが有名ということで、私もコーヒーと一緒にいただきました。ハムや卵がはさんであって外側がカリカリでとてもおいしかったです！内装が落ち着いた雰囲気壁にかけてある絵や3Dの絵画が素敵な、昭和の喫茶店、という感じでした。



お昼は、会場から徒歩圏内の繁華街「総曲輪（そうがわ）」にあるデパート大和（だいわ）6階のレストラン街のお蕎麦屋さん「そばの里」で、夏らしいナスおろしそばと富山名物マス寿司のセットをいただきました。富山に行ったらマス寿司もいただいてみたかったです、マスごと買うと食べきれないので、ちょうど良いサイズでした。おいしゅうございました！



最後の朝ごはんは、徒歩圏内にあるカフェ「ツタヤ」でフレンチトーストのセットをいただきました。本格的にコーヒー豆を挽いて売っており、繁華街から少しはずれた通りの角に位置し、店内はミニカーが置いてあったり、インドネシアのお人形の絵が飾ってあったりで、何度も行ってみたい素敵なカフェでした。



若い学生の皆さん、研究者になるといろいろな楽しみがありますので、ぜひ科学研究の世界にどうぞ！