

【5-1602】多種・新規化学物質の網羅的モニタリングと地域ネットワークを活用した統合的評価・管理手法の開発（2016～2018 35,394 千円）

研究代表者 西野 貴裕（公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所）

1. 研究実施体制

- （１）水質における化学物質の一斉分析法の開発・関東、九州地域において脅威となる物質における汚染実態解明（公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所）
- （２）大気環境における化学物質の一斉分析法の開発・近畿域において脅威となる物質における汚染実態解明（大阪市立環境科学研究センター）
- （３）底質における化学物質の一斉分析法の開発・中部域において脅威となる物質における汚染実態解明（公益財団法人ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター）
- （４）LC/QTOFMS による環境汚染物質のスクリーニング包括的分析技術の開発（名古屋市環境科学調査センター）
- （５）GC-MS データベース法を用いた環境汚染物質のスクリーニング技術の開発（福岡県保健環境研究所）

2. 研究開発目的

現在、国内外において新規に製造・使用される化学物質の種類は年々増加ペースにあり、2015 年には米国化学会 Chemical Abstract Service に 1 億個目の化学物質が登録された。しかし、これらによる環境汚染実態の解明や環境リスクの評価は、現状では追いついていない。国内でも東京、大阪、名古屋、福岡をはじめとする大都市域は、他の地域と比較して化学物質の使用量も多く、汚染が進行しやすい傾向にあるが、その全容は明らかになっていない。

本研究の代表者である東京都環境科学研究所は、研究協力機関の日本ウォーターズ株式会社とともに、都内河川をフィールドとした高速液体クロマトグラフ飛行時間型質量分析計（LC-QTOFMS）による「網羅分析」を前段階として試行し、河川中に高い濃度存在する化学物質の定性を進めてきた（ここでは、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）や LC-QTOFMS で検出された測定データをデータベース等に照会し、存在する化学物質を定性する手法を「網羅分析」と定義する。さらに網羅分析には、データベースに測定データを照合し、物質を定性する「スクリーニング分析」と、データベース内の化合物にとらわれずプレカーサーやプロダクトイオンの質量情報等から構造を推定する「ノンターゲット分析」の 2 種類の手法を含むものとする）。その結果、Telmisartan を初めとする医薬品類やリン系難燃剤等法規制対象外の物質や環境省の化学物質環境実態調査で着手されてこなかった物質が数百 ng/L の濃度レベルで存在していることを確認した。

これを受け、本研究では、地方環境研究所間で構築してきた地域ネットワークを活用して、網羅分析と定量精度の高い「ターゲット一斉分析」の手法を組み合わせることで、

国内都市域の化学物質による汚染実態について 2 段階に分けて調査を進めていくこととした。調査内容を段階別に示す。

第 1 段階として、サブテーマ 4 を担当する名古屋市環境科学調査センターとサブテーマ 5 を担当する福岡県保健環境研究所が、それぞれ LC-QTOFMS、GC-MS データベース等を活用して網羅分析を実施する。具体的には本研究に参画している 5 機関から水質試料と底質試料（水質試料は汚染の季節性を考慮し、寒冷期と温暖期に分ける）の提供を受けることで、5 都市分（東京、大阪、兵庫、名古屋、福岡）の試料を分析するとともに、定量的構造活性相関（QSAR）から得た毒性情報も活用して、各媒体において優先的に調査すべき物質を特定する。

第 2 段階として、網羅分析等を通じて特定した調査対象物質についてターゲット一斉分析（東京都環境科学研究所はサブテーマ 1 として水質試料、大阪市立環境科学研究センターがサブテーマ 2 として大気試料、兵庫県環境研究センターがサブテーマ 3 として底質試料を担当）を行う。ここでも、媒体別に 5 都市分の試料の分析を行うことで、排出源まで含めた環境実態調査を進めるとともに、水生生物に対する生態リスク評価まで行い、その情報を発信する。

本研究では、上記 2 段階のプロセスを通じて参画機関が各々の得意とする研究分野や技術を、試料やデータを相互融通することで最大限活用し、全ての環境媒体（大気、水質、底質）について、化学物質の存在実態及びそのリスク情報までを効率よく共有できる統合的な評価手法を確立する。そして、リスクの高いと想定された化学物質については、下水処理における処理性の把握を通じて適正な管理手法に関する提言まで進めることとした。

3. 本研究により得られた主な成果

（1）科学的意義

1) 都市域における河川水中の医薬品等をはじめとする生活由来化学物質について、排出源まで含めた環境実態を解明してきたとともに、水生生物に対する生態リスクに関する情報を充実させることができた。さらに下水処理場での処理性に関する情報も集積してきた。

2) 底質中の PAHs については、一部の地点で、2-methylnaphthalene、fluorene、phenanthrene、anthracene が米国 NOAA の設定している ERL（生物学的悪影響が 10% の確率で発生する濃度）を上回ることがわかった。PAHs 以外の物質については、一部の地点で、m-cresol/p-cresol、bis(2-ethylhexyl) phthalate、decamethylcyclopentasiloxane (D5) が PNECsed を超過することがわかった。これらの物質は詳細な調査を行う候補と考えられる。また、PAHs の発生源解析を行ったところ、おおむね、植物/木/石炭の燃焼が原因であることがわかった。

3) 網羅分析を通じて、国内都市域河川における化学物質の実態を明らかにすることが

できた。これまでに AIQS-GC を用いた化学物質の環境実態に関する調査事例はいくつかあるものの、人口 100 万人以上の都市域を一斉に調査した例はほとんどない。本調査によって、多くの都市域河川から下水処理場を経由する生活由来物質が検出されることが分かった。また、採水場所や時期によって、農業由来の農薬類や工業由来のフェノール類等を検知し、本研究で開発したスクリーニング分析法が化学物質の実態把握に有用であることを実証した。さらに、GC×GC-QTOFMS によるノンターゲット分析も行い、AIQS-GC で検出されなかった物質（データベース未登録物質）も複数発見した。検出強度が高かった物質については、データベースに登録して、レトロスペクティブ解析によって定量値を得ることができた。このように、ノンターゲット分析によって AIQS-GC を補完する手法はこれまでにほとんどなく、本研究がその先行的な事例になると考えられる。さらに、網羅的な分析手法によって、多成分の化学物質の存在を明らかにしただけでなく、各物質の毒性予測値を用いてデータの重み付けをして、優先的に調査すべき物質をリストアップした。これは、今後、複合化学汚染の実態解明や包括的なリスク評価を行う上で重要な知見になると考えられる。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

１）環境省の化学物質環境実態調査（黒本調査）の一環で行われている分析法開発調査及び本研究を通じて開発した、「底質中のナフタレンとベンゾ[a]ピレンの分析法」は、黒本調査における初期・詳細環境調査の際の分析方法として参考にされている。

２）平成 29 年度から黒本調査の一環で進めている「LC/MS ノンターゲット分析法・スクリーニング分析法検討会」の検討委員として検討会へ参加している。平成 30 年度の報告書にも本研究で検討した分析手法を掲載した。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

１）本研究を通じて、優先的に調査すべき物質としてきた生活由来化学物質を黒本調査の対象物質として取り扱うことを提案しており、これらの物質の全国的な汚染実態の把握が期待できる。さらにサブテーマ 1 で解明してきた生活由来化学物質の水生生物に対する生態リスク情報を、排出源からの排出実態やその処理性に関する情報を学会や国民との科学技術対話等の機会を使って積極的に発信することで、これらの化学物質の適正な管理に向けた提言をしていくことが期待できる。

２）底質生物にリスクがあると判断される物質（2-methylnaphthalene、fluorene、phenanthrene、anthracene、m-cresol/p-cresol、bis(2-ethylhexyl) phthalate、decamethylcyclopentasiloxane）については、環境省が行っている化学物質環境実態調査の初期・詳細環境調査等の対象物質となることが望ましく、行政が活用することが見込まれる。

3) 本研究で活用した網羅分析を通じて、将来的に以下のことが実現する可能性がある。

- ① 定常時における化学物質（未規制物質含む）の環境実態調査
- ② 事故や災害等の非定常時における環境実態調査（初期調査として）
- ③ 上記①と②のデータを比較することで、非定常時において流出や漏洩の可能性がある物質を速やかにリストアップして、避難指示や汚染拡大防止等の行政対応に役立てることができる
- ④ 化学物質の包括的なリスク評価や管理手法
- ⑤ 安全性評価のための分析技術

化学物質に係る現行の公定法は、定常時を想定して策定されており、環境基準物質や規制対象物質等の限られた物質を対象にしている。そのため、行政が今後取り組む課題としては、事故や災害等の非定常時対応への強化や未規制化学物質の監視などがあげられる。例えば、地震や台風などの自然災害発生時に、建造物倒壊に伴う有害化学物質の流出や漏洩等を速やかに検知し、必要な対策を講ずることは地域住民の安心や安全を確保する上で重要な取り組みになる。また、未規制の新興化学物質について環境実態を調べ、各物質の毒性情報にもとづいて優先的に調査する物質をリスト化することは、化学物質規制や管理を検討する上で有用な情報になる。本研究で得られた研究成果は、環境行政のニーズに合致するものであり、将来の環境政策や保全対策等への活用も大いに期待できる。

4. 委員の指摘及び提言概要

現在懸念されている PAHs や医薬品類を含む膨大な化学物質群について、大都市の環境研究所が連携して、網羅分析とターゲット一斉分析の組み合わせにより大気、水、底質中の含有量のデータが取得でき、PNEC を使って生態リスクを評価する試みとあわせて今後の環境政策に資する成果が得られている。今後、大気、水、底質のデータのすり合わせによる総合的な汚染経路の把握や、排出削減にむけた提言、さらには、どのモニタリングにプライオリティを置くのか、総合プロジェクトとしての成果が必要。

5. 評点

総合評点：A