

## 川崎市の化学物質研究における共同研究等の活用

## Utilization of Joint Research in Research of Chemical Substance in Kawasaki City

江原 均  
山根 尚子

EHARA Hitoshi  
YAMANE Shoko

伊東 優介  
今村 則子

ITO Yusuke  
IMAMURA Noriko

## 要旨

化学物質関連の調査研究は、本市独自の調査研究の他、他自治体や環境省との共同研究や受託事業等も行っている。それらのうち、毎年度行っている環境省化学物質環境実態調査<sup>1)</sup>（以下、エコ調査）と国立環境研究所と地方環境研究所等の共同研究課題<sup>2)</sup>（以下、Ⅱ型共同研究。また、両方を合わせて、以下、共同研究等）について、それぞれの事業の概要と、本市化学物質の調査研究への活用及び実績等についてまとめる。

キーワード: 共同研究、分析法開発、環境調査

Key words: Joint Research, Development of Environmental Analytical Methods, Environmental Survey

## 1 はじめに

本市の化学物質関連の調査研究は、「川崎市化学物質環境実態調査」を中心に行っているが、各年度における調査物質数には限界がある。また、調査数の増加には、各個人の技量にもよるところがあり、人事異動がある本研究所では、いかに短期間で個人の技術レベルを上げていくかも課題となっている。そこで、これらの共同研究等に参画することにより、調査物質数の増加や分析者のスキルアップにそれらを活用している。また、それらの共同研究等により、PRTR 制度の対象物質を中心とした川崎市化学物質環境実態調査では調査していない、生活関連物質等の未規制化学物質の調査を行うことができ、規制等が導入される前に、本市環境中の濃度レベルを知ることができている。

## 2 エコ調査

## 2.1 エコ調査の概要

エコ調査は環境省が行っている化学物質環境実態調査であり、昭和49年(1974年)から毎年継続して行われている。過去には、排ガス、排水及び農薬の散布等を中心に環境中へ排出されていた化学物質が、環境中にどのくらい存在しているのかを調査してきた。近年では、排出源が産業系の化学物質だけでなく、医薬品や生活関連製品の添加剤のような家庭系を排出源とする化学物質も増加してきている。特に医薬品関連物質は、下水処理場では処理されずにそのまま環境へ排出されるため、生物への影響も懸念され、調査対象物質として上がることが多くなってきている。

図1に国の取組とエコ調査との関係を示した。人や生物への影響を判断するリスク評価、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)や、PRTR制度のもととなる化学物質排出把握管理促進法(化管法)をはじめとする化学物質関連の法規制、また、国際的な取組として、残留性有機汚染物質の残留状況の調査等を行う部門か

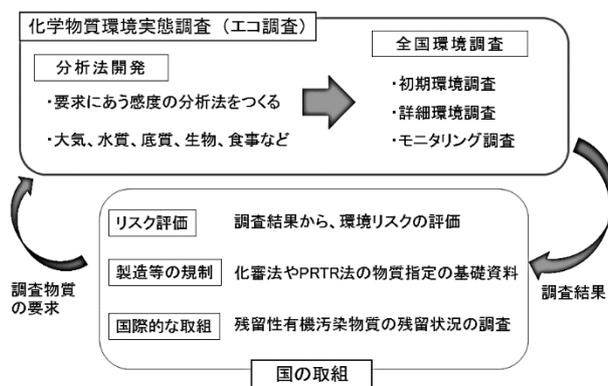


図1 エコ調査と国の取組の関係

ら、調査物質とそれらをどのくらいの濃度レベルまで環境中に存在しているかを知りたいか(要求感度)という要求から、エコ調査の物質選定が始まる。調査物質のうち、既存の分析法がない物質、分析法があっても要求感度に達していない物質、及び現在ではあまり使用しない機器が指定されている等の分析法が古い物質については、分析法開発調査が行われ、全国環境調査に向けて、分析法が作られる。そして、分析法ができた物質について、全国環境調査として、初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査が実施され、それらの調査結果が国の取組に還元され、リスク評価や法規制の改正の資料等に活用されていく。

このエコ調査は、年度ごとに国との受託契約に基づき行われ、人件費や備品費等を除いた消耗費や試料採取費用については、契約期間終了後に、契約内容に基づき支払われる。

また、調査の基本的な進め方は、環境省発行の「化学物質環境実態調査の手引」<sup>3)</sup>(最新版は令和2年度版)に詳細に示されていて、基本的にはその内容に沿って、調査を進めていく。

以下、それぞれの調査について、調査の内容を含め、本

研究所での活用について述べていく。

## 2.2 分析法開発調査

分析法開発調査は、大気、水質、底質、生物を中心に、時には暴露量調査のための食事等、多岐にわたる対象について行われる。物質と対象試料及び要求感度が提示され、それを満足する分析法を作成、または既存分析法の改良を行っていく。また、年3回の分析法開発等検討会議に出席し、開発状況の報告と今後の方針について、専門委員との意見交換をする。分析法開発調査結果は、分析法が確立できた物質を中心に、現在では、確立できなかった物質についても、検討結果は環境省発行の「化学物質分析法開発調査報告書」（通称、白本）に掲載される。また、その各分析法については、国立環境研究所のホームページ（化学物質データベース、Webkis-Plus<sup>4)</sup>）にも掲載される。

本市では、昔から臨海部に多くの化学工場が立地しており、まず、大気環境調査を行うために、独自に様々な化学物質の分析法を作り、環境調査を行ってきた。そのため、エコ調査に参画した当初は、大気分析法開発を行ってきた。近年は産業系から排出される化学物質の要望が減少し、生活関連物質等の要望が増加していることから、大気だけではなく、水質及び底質等の分析法開発も行っている。本市の北側に多摩川があり、多摩川は下水処理場の放流水が、多い時で半量以上が占めると言われている。更に市内を流れる二ヶ領用水も、取水しているのは多摩川からなので、これらの分析法を作ることは、本市の環境調査に役立つことになる。

これまでに白本に掲載された分析法の一覧を表1に示す。これまでに、48を超える物質（群）、物質数にするのべ210物質以上の分析法を本研究所で開発した。

現在、どのくらいの濃度まで測定できる分析法を開発するのかについては、たいいてい物質で、ng（1ngは1gの100万分の1）のレベルまで測定できる分析法が必要になっている。ダイオキシンのように毒性が高い物質はそれよりも濃度の低いpgレベルの分析法が必要になり、初期環境調査のように、とりあえず環境中に高濃度で存在するかを知る場合には、それよりも高い数百ngレベルの分析法になる場合もある。

環境省のエコ調査のパンフレット<sup>5)</sup>に記載の内容では、大気で1ng/m<sup>3</sup>は、東京ドーム（124万m<sup>3</sup>）の空気中にある食塩12.4粒（1.24mg）分、水質で1ng/Lは、学校のプール（長さ25m×幅12m×深さ1m）の中の水に食塩3粒（0.3mg）分、生物で1ng/gは、マグロ（100kg）の体の中に食塩1粒（0.1mg）分くらいの濃度になる。

分析法を作るには、どのように試料採取するか、どうやって邪魔な物質を除くかなどの前処理をするか、いかに分析の感度が高い機器分析を行うかというように、環境分析に関する総合的な知識が必要である。また、分析法開発検討会議に出席して、専門委員との意見のやり取りや、他の物質の分析法開発の検討状況を知ることにより、更な

表1 川崎市のエコ調査での分析法開発物質

| 白本年度 | 物質                                  | 媒体    |
|------|-------------------------------------|-------|
| 1981 | クロロホルム、四塩化炭素 他5物質                   | 大気    |
| 1982 | クロロベンゼン、ジクロロベンゼン類                   | 大気    |
| 1983 | 1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ジブチルヒドロキシトルエン | 大気    |
| 1984 | 2,6-ジ- <i>n</i> -ブチル-4-メチルフェノール     | 大気    |
| 1985 | クローレン類                              | 大気    |
| 1986 | アセトニトリル 他2物質                        | 大気    |
| 1987 | イソプロピルアルコール、アリルアルコール                | 大気    |
| 1987 | 3-メチル-3-メキシタノール 他2物質                | 大気    |
| 1987 | 1,6-ヘキサジオール                         | 大気    |
| 1988 | テトラプロモビフェニル 他2物質                    | 大気    |
| 1989 | ジアミトルエン類                            | 大気    |
| 1990 | 1,2-ジクロロエタン、1,2-ジクロロプロパン            | 大気    |
| 1991 | モリネート                               | 大気    |
| 1991 | 大気中農薬                               | 大気    |
| 1992 | リン酸エステル類                            | 大気    |
| 1993 | ニトロフェノール類                           | 大気    |
| 1994 | アジピン酸ビス(2-エチルヘキシル)                  | 大気    |
| 1995 | フタル酸エステル類                           | 大気    |
| 1996 | 塩化ビニル・臭化エチル 他4物質                    | 大気    |
| 1997 | リン酸エステル類 他                          | 大気    |
| 1997 | メチルナフタレン類、ジメチルナフタレン類                | 大気    |
| 1998 | ナフチルアミン類、ジメチルアミン類 他                 | 大気    |
| 1998 | 多環芳香族炭化水素                           | 大気    |
| 1999 | メチルスチレン類                            | 大気    |
| 1999 | 2-メキシエタノール 他2物質                     | 大気    |
| 2001 | エピクロロヒドリン                           | 大気    |
| 2002 | アルキルフェノール類                          | 大気    |
| 2005 | 2-( <i>n</i> -ブチルアミノ)エタノール          | 大気    |
| 2006 | ナフタレン、ビフェニル、1-クロロナフタレン              | 大気    |
| 2006 | アクリル酸                               | 大気    |
| 2006 | ヒドラジン                               | 大気    |
| 2007 | 1,2,3-トリクロロプロパン                     | 大気    |
| 2007 | 6-フェニル-1,3,5-トリアジン-2,4-ジアミン         | 大気    |
| 2008 | イソプロピルベンゼン(クメン)                     | 大気    |
| 2008 | 2,4-キシレノール 他                        | 大気    |
| 2008 | ジシクロヘキシルアミン                         | 大気    |
| 2010 | メタクリル酸 2,3-エポキシプロピル 他               | 大気    |
| 2010 | メタクリル酸 <i>n</i> -ブチル 他              | 大気    |
| 2010 | アクリルアミド                             | 大気    |
| 2012 | 2,4,6-トリクロロフェノール 他                  | 大気    |
| 2013 | 酢酸2-メキシエチル                          | 大気    |
| 2014 | モノブチルスズ化合物、ジメチルスズ化合物                | 大気    |
| 2015 | 1-ドデカノール 他                          | 水質    |
| 2016 | 1-ドデカノール、1-デカノール                    | 底質・生物 |
| 2016 | 1-ニトロピレン                            | 大気    |
| 2017 | ベルメリン、エトフェンブロックス                    | 水質・底質 |
| 2018 | アクリル酸                               | 水質    |
| 2019 | フタル酸エステル類 5種                        | 水質    |

る知識の向上に努めている。

分析法の開発は、様々な環境分析を行ってきた経験や知識が必要であり、そのため、数年で人事異動がある現在の状況では、今後の人材育成が課題となっている。同様の課題のある自治体も多く、分析法開発調査に継続して参

加している自治体は少なく、今後もこれらの技術の継承を確実に進めていくようにしておくことも課題となっている。

## 2.3 モニタリング調査

モニタリング調査は、難分解性や高蓄積性の化学物質について、定期的に環境中に残留している濃度を確認する調査である。

これらの物質は、大気や水などが仲立ちとなり、地球規模で移動し、環境への世界的な影響を及ぼす恐れがある。これらの物質による環境汚染を防ぐために、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」が採択されている。日本ではエコ調査によって、これらの残留状況を監視している。

本市では、このモニタリング調査の調査地点に、水質に川崎港、底質に川崎港及び多摩川河口、生物に川崎港のスズキが、調査地点及び対象として設定されている。本市試料のモニタリング調査物質を表2に示す。

表2 2019年度時点のモニタリング調査対象物質

| 水質・底質                   | 生物                         |
|-------------------------|----------------------------|
| PCB類                    |                            |
| ヘキサクロロベンゼン              |                            |
| HCH類                    |                            |
| ポリプロモジフェニルエーテル類         |                            |
| PFOS                    |                            |
| PFOA                    |                            |
| ペンタクロロベンゼン              |                            |
| ポリ塩化ナフタレン類              |                            |
| ペンタクロロフェノールとペンタクロロアニソール |                            |
| 短鎖塩素化パラフィン              |                            |
| ジソル                     |                            |
| PFHxS                   | -                          |
| -                       | 1,2,5,6,9,10-ヘキサプロモシクロデカン類 |

スズキは東京湾内では食物連鎖の頂点付近に位置している、生物濃縮をみることができる。

モニタリング調査については、試料採取と前処理のみを行い、試料を環境省が指定した分析機関に送付し、分析が行われる。

このモニタリング調査では、対象物質の性質から、標準物質の入手や、分析に使用した後の廃液の処理等に、法律によって制限がかけられているものも多い。これらの物質の調査を継続して行っていくためには、それぞれの物質の分析法に対応した機器や器具の維持管理も必要になり、そのためには、多くの労力と資金が必要になってくる。しかし、このエコ調査に参加することにより、本市の港湾付近の毎年度の状況を知ることができ、全国との比較も行うことができる。

近年の状況は、水質、底質及び生物試料についても、調査対象物質については、横這いか減少傾向を示しており、増加が認められる物質は無いと発表されている。マイク

ロプラスチック等と言及されることのある生物濃縮についても、川崎港で採取されるスズキについては、対象物質のみでの判断ではあるが、起こっていないといえるデータが確認できる。

これらモニタリング調査の結果と経年の傾向については、環境省発行の「化学物質と環境」<sup>6)</sup>(通称、黒本)にまとめられ、インターネットで公開されている。

## 2.4 初期・詳細環境調査

初期環境調査は、発生源近傍や様々なところから集まる都市近郊など、存在しそうな地点を対象に調査を行う。また、詳細環境調査は、環境中に存在することがわかった物質について、より詳しく地点等を選んで調査を行っている。

これらの調査では、モニタリング調査と同様に川崎市が調査地点に選定された物質の試料採取等を行うほかに、一部物質については、分析まで請け負うことができる。

分析まで行う場合、試料採取前の準備、分析法の確認、実際の試料採取と分析、ラウンドロビン試験の実施及び報告書の作成と、分析に関する一連の流れが実践できる。他の自治体が開発した分析法の場合、分析法の確認の際に、川崎市の試料に合わせた前処理法等に改良する必要がある場合がある。そのため、分析を改良するための知識が必要になってくる。

人事異動のサイクルが研究所としては早い本市では、後進を育成する期間が短く、更に指導する人材もなかなか育たない。そんな中、外部の各種研修を活用してそれぞれの技術等の向上を図っているが、机上や模擬試料ではなかなか分析経験としての蓄積になりにくい。そこで、エコ調査に参加して初期・詳細環境調査の分析を行うことを、実践を含めた研修の代替として活用している。

また、モニタリング調査と同様であるが、試料採取のみを行う物質もあり、それらの物質については、環境省が今後の規制等の検討や環境リスク評価を行う物質について、それらの実施や結果に先んじて、本市環境中の濃度を知ることができる。

この初期・詳細環境調査の結果についても、環境省発行の「化学物質と環境」<sup>6)</sup>にまとめられている。

## 3 II型共同研究

### 3.1 II型共同研究の概要

II型共同研究は、全国環境研協議会からの提言を受けて、国環研と複数の地環研等の研究者が参加して、地域に密着した環境問題に関するさまざまな共同研究を進めてくものである。3年間を一区切りに行われているが、単年度の参加も可能である。本研究所もいくつかのII型共同研究に参加しており、化学物質関係のII型共同研究には、前身のC型共同研究の時代から参加している。

全国環境研協議会が地方環境研究所から課題を募集し、国立環境研究所へ提言をすることにより、II型共同研究

の課題が決定される。それらの課題の中から、各地方環境研究所がそれぞれの地域に係る課題を選択し、参加する。

共同研究の内容にもよるが、このⅡ型共同研究では、その予算の範囲内で、標準物質の配布等が行われ、それを使用して環境調査を行っていく。

化学物質関連の課題については、内容をアップデートしていきながら続いている。年1～2回の推進会議等で、各自治体からの研究内容の報告等があり、今後の方向性などが決まっていく。その中でそれぞれの自治体が独自に調査内容を決定し、次の推進会議まで研究を進めていくという繰り返しで、共同研究が進められていく。

### 3.2 2020年度に実施したⅡ型共同研究について

本研究所では、2020年度の化学物質関連の「LC-MS/MSによる分析を通じた生活由来物質のリスク解明に関する研究」に参画している。この共同研究は、生活由来物質(医薬品由来や生活関係の添加剤等)の環境実態の把握や、スクリーニング調査にむけての検討を行っていて、2019年度から3か年の共同研究として設定されている。

残念ながら対面での推進会議等は開催されなかったが、オンラインでの開催により、他の地方環境研究所との問題共有や情報交換を行うことができています。

本研究所では、標準物質の配布があった物質の中から、できるだけ多くの物質の環境調査を行い、市内での環境での残留状況の把握を行っている。更に、同時に LC-QTOFMSにより、スクリーニング分析の検討を行ってきた。

今後は、スクリーニング分析の活用方法を検討することや、環境調査を行った物質のうち、高濃度に検出された物質についての詳細調査を考えている。

また、近隣の自治体との共同調査として試料採取等を行い、川崎市域だけでなく、広域的な環境濃度の把握に努めている。

このように、近隣自治体を含む多くの地方環境研究所と、同時に類似の調査を行うことにより、対象物質の情報の共有ができるだけでなく、同じ分析を多くの研究所で行うことにより、その分析の問題点の解決や、自身の分析に関する情報を得ることができ、スキルアップにつながるができています。

### 3.3 過去のⅡ型共同研究について

本研究所では、2019年度からの「LC-MS/MSによる分析を通じた生活由来物質のリスク解明に関する研究」に参画しているが、前述のとおり、それ以前からも未規制の化学物質について、この枠組みを利用して環境調査等を行ってきた。

C型共同研究からⅡ型共同研究にかわる10年ほど前頃には、PFOSやPFOAといったフッ素系化合物を中心に調査を行い、PFOSやPFOA以外にも、炭素鎖の長さの違う物質や、酸ではなくその部分がアルコールである関連物質等

の環境調査も行った。近年、規制等に取り入れられているが、それに先んじて環境調査を行ってきた<sup>7)</sup>。

それ以後も、臭素系難燃剤(HBCDなど)<sup>8)</sup>やリン酸エステル系難燃剤等<sup>9)</sup>の調査も行ってきた。また、近年、ヨーロッパを中心に問題になっている、ミツバチ等への影響が懸念されるネオニコチノイド系農薬についてもこの枠組みの中で環境調査を行った<sup>10)</sup>。

三沢川や鶴見川など、市域をまたいで流れている川もあり、農薬系の調査では、川崎市だけでなく、近隣自治体に調査地点を設定して、詳細な環境調査を行うこともできている。

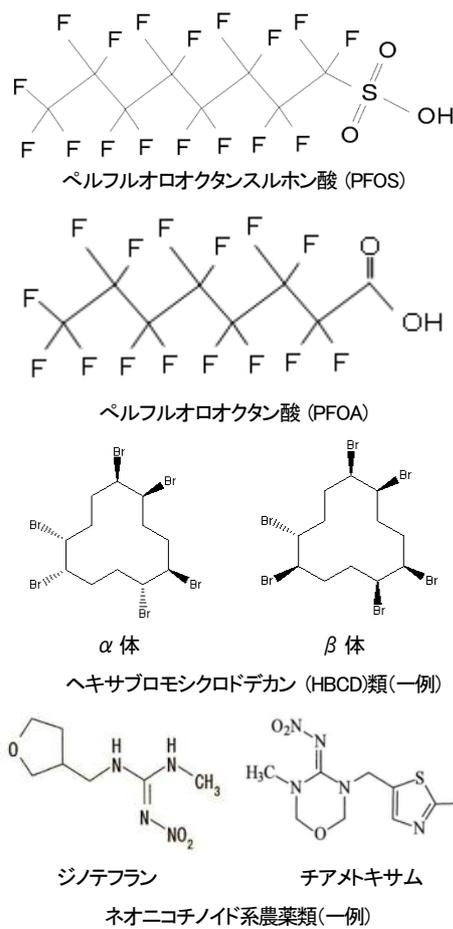


図2 過去の調査物質の一例

## 4 まとめ

このようにして共同研究等に参加することにより、外部資金を活用することができ、それにより、一地方環境研究所だけではなかなか揃えられない多くの種類の標準物質が揃えられたり、環境調査が行えたりしている。これらの共同研究等により、川崎市化学物質環境実態調査では対象にしていない、生活関連物質を中心に、規制が検討されている物質や、環境影響が懸念されている物質について、より多くの物質の環境への残留状況を調査することができている。

更に、専門的な知識のある有識者と調査方法についての相談が出来たり、他の地方環境研究所との横のつなが

りを形成したりすることができる。また、エコ調査の初期詳細環境調査では、市内の環境調査や精度管理が実施できることにより、一連の環境調査の流れを実践する研修の役割も担っている。

## 文献

- 1) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査－化学物質エコ調査ってどんな調査？－  
<https://www.env.go.jp/chemi/anzen/ecochousa.html>
- 2) 2021年度地方環境研究所等との共同研究応募課題一覧：II型実施共同研究  
[https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/kadai/r03.html#type\\_2](https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/kadai/r03.html#type_2)
- 3) 環境省総合環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き（令和2年度版）  
<https://www.env.go.jp/chemi/mat%20tebikir02.pdf>
- 4) 国立環境研究所：化学物質データベース、Webkis-Plus  
<https://www.nies.go.jp/kisplus/>
- 5) 化学物質環境実態調査－化学物質エコ調査ってどんな調査？－  
<https://www.env.go.jp/chemi/anzen/ecochousa.html>
- 6) 環境省総合環境保健部環境安全課：化学物質と環境  
<https://www.env.go.jp/chemi/kurohon/index.html>
- 7) 川崎市内の水環境における有機フッ素化合物の環境実態調査、川崎市環境総合研究所年報、第1号、58-62(2013)  
<https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000056/56494/1-3-7.pdf>
- 8) 川崎市内水環境中におけるヘキサブロモシクロデカンの実態調査結果、川崎市環境総合研究所年報、第4号、54-57(2016)  
[https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000084/84829/nennpou4\\_207houbunn.pdf](https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000084/84829/nennpou4_207houbunn.pdf)
- 9) 川崎市の水環境中におけるリン酸エステル系難燃剤の実態調査、川崎市環境総合研究所年報、第8号、57-60(2020)  
[https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000126/126578/nenpou8\\_4houbun8.pdf](https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000126/126578/nenpou8_4houbun8.pdf)
- 10) 川崎市内水環境中におけるネオニコチノイド系農薬等の実態調査結果(2016～2018年度)。川崎市環境総合研究所年報、第7号、63-69(2019)  
[https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000114/114709/nenpou7\\_4houbun8.pdf](https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000114/114709/nenpou7_4houbun8.pdf)