

**【5-1705】 非意図的に副生成する臭素系ダイオキシン類の包括的なリスク管理と TEF 提示 (H29~H31)**

研究代表者 鈴木 剛 (国立研究開発法人国立環境研究所)

**1. 研究開発目的**

本研究では、環境省や WHO/UNEP が推進する臭素系ダイオキシン類管理政策への貢献を目的とした政策貢献的モニタリングと毒性評価を実施する。具体的には、次のサブテーマを実施して当該目的を達成する。

サブテーマ①：臭素系ダイオキシン類の包括的迅速検出法の開発と政策貢献的モニタリング

サブテーマ①では、生物検定スクリーニング法と GCxGC-HRTofMS 及び UHPLC/APGC-QTOFMS を用いる機器分析網羅検出法の最適化を行い、臭素系ダイオキシン類を含むダイオキシン類縁化合物の包括的迅速検出法を開発する。環境省と連携して当該検出法を用いる重要排出源スクリーニングや重要な各種排出源における詳細調査を含む政策貢献モニタリングを実施してリスク管理に資する実測データを得る。終局的には、サブテーマ②及び③で得られる TEF を考慮した臭素系ダイオキシン類のリスク管理方針を提示すると共に、排出削減に向けた技術・政策の検討に資する基礎データとして取りまとめを行う。

平成 29 年度は、政策貢献モニタリングの効果・効率性と迅速性を高めることを目的として、臭素系ダイオキシン類の生物検定スクリーニング法の最適化を行い、臭素化ダイオキシン類の重要排出源となっている難燃製品取扱施設の排水や建屋内空気への包括的迅速検出法の適用性を評価して、その活用法について考察した。機器分析網羅検出法についても、標準物質や排水を用いて臭素系ダイオキシン類等の検出力向上等の最適化や抽出法の迅速化を実施した。また、環境省過年度調査結果に基づいて、家電リサイクル施設 10 施設 (過年度調査施設) と平成 27 年度デカ BDE 取扱施設 (過年度調査施設 5 施設+新規 10 施設) を優先評価施設として選定し、現状の重要排出源をスクリーニングするための試料採取 (排水と建屋内空気) を実施した。

サブテーマ②：排水で検出される臭素系ダイオキシン類の魚類毒性評価

サブテーマ②では、メダカによる OECD TG212「魚類の胚・仔魚期における短期毒性試験」に準拠した毒性試験を用いて、TCDD を基準とした臭素系ダイオキシン類の急性や繁殖毒性に基づく TEF 算出を目的とする。

平成 29 年度は、TCDD を陽性対照物質として用いて、メダカによる OECD TG212「魚類の胚・仔魚期における短期毒性試験」に準拠した毒性試験を実施して、臭素系ダイオキシン類の TEF 算出のための発生・成長・性成熟試験法を構築し、評価エンドポイントを決定した。

サブテーマ③：排出ガスで検出される臭素系ダイオキシン類の哺乳類毒性評価

サブテーマ③では、マウスによる行動柔軟性や社会的優位性等を評価指標とする行動毒性試験を用いて、TCDD を基準とした臭素系ダイオキシン類の高次脳機能障害に基づく TEF 算出を目的とする。

平成 29 年度は、TCDD を陽性対照物質として用いて、マウスによる母子間の社会的なコミュニケーションの一形態である新生仔期の超音波発声評価試験や集団型全自動・記憶学習測定システム IntelliCage による行動試験を実施して、臭素系ダイオキシン類の TEF 算出のための行動試験法を構築し、評価エンドポイントを決定した。

**2. 研究の進捗状況**

サブテーマ①：臭素系ダイオキシン類の包括的迅速検出法の開発と政策貢献的モニタリング

臭素系ダイオキシン類の包括的迅速検出法の開発では、塩素化ダイオキシン類と臭素化ダイオ

キシシン類を分別評価する生物検定スクリーニング法の最適化と GCxGC-HRTofMS 及び UHPLC/APGC-QToFMS を用いる機器分析網羅検出法の最適化が概ね終了しており、包括的迅速検出法として臭素系ダイオキシシン類の排出実態調査へ適用できる状況である。生物検定スクリーニング法による管理基準値を、排水基準 (10 pg WHO-TEQ/L) や作業環境基準 (2.5 pg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>) の 10%濃度に設定することで、臭素化ダイオキシシン類を取りこぼすことなく検出できることが明らかとなり、採取した全ての試料について生物検定スクリーニングを行い、管理基準値を超過した試料の含有化学物質を明らかにする手順を明確化できた。政策貢献モニタリングでは、環境省過年度調査結果に基づいて、家電リサイクル施設 10 施設と平成 27 年度デカ BDE 取扱施設を優先評価施設として選定した。環境省と連携して、一般財団法人家電製品協会や地方公共団体 (地方自治体や公共下水処理場) といった利害関係者の理解や協力を得ながら、試料採取を実施することができ、研究計画は予定通り進行していると判断できる。

#### サブテーマ②：排水で検出される臭素系ダイオキシシン類の魚類毒性評価

TCDD を用いて胚発生から再生産に至るまでの多様なエンドポイントで毒性影響を比較した結果、本研究で採用した曝露条件ではふ化後のへい死が止まる時点での生存率が、最も高感度に TCDD の影響を検出できるエンドポイントであることが判明した。同エンドポイントを採用することによって、本研究開発の主たる目的である臭素系ダイオキシシン類の TEF 算出の着実な推進が期待できる。

#### サブテーマ③：排出ガスで検出される臭素系ダイオキシシン類の哺乳類毒性評価

TCDD を用いて毒性影響が現れる評価エンドポイントを複数検出し、臭素系ダイオキシシン類の哺乳類毒性を特に発達神経毒性影響に着目して検出できる体制を構築した。さらに、TCDD や臭素系ダイオキシシン類の脳内移行量の比較検討に向けた検討も着実に進行している。

### 3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

BFR のうち、HBCD は 2012 年 10 月に残留性有機汚染物質 (POPs) 条約の付属書 A (廃絶) に追加され、建築用のビーズ法発泡ポリスチレン及び押出發泡ポリスチレンを除いて、その製造や使用が禁止されている。また、デカ BDE についても、平成 29 年 5 月のストックホルム条約 (POPs 条約) の第 8 回締約国会議 (COP8) において、付属書 A (廃絶) 対象物質に追加されることが正式決定しており、一部の用途 (自動車用部品や難燃性繊維等) を除いて製造や使用が禁止される。今後、既に販売された HBCD 含有製品やデカ BDE 製品は、引き続き使用されることになり、製品寿命を迎えた含有製品から徐々に処理処分されることになる。POPs に指定された HBCD やデカ BDE については、含有製品の使用や廃棄等を通じてそれ自体を適切に管理していく必要があるが、非意図的生成物或いは不純物として含有製品に付随する臭素化ダイオキシシン類も適切に管理していく必要がある。従って、環境省が実施している臭素化ダイオキシシン類の排出実態調査は今後も必要と考えられ、本研究で開発した包括的迅速検出法による貢献が期待できる。

実際に、本研究の政策貢献モニタリング調査は、環境省と情報を共有して実施しており、ダイオキシシン類対策特別措置法の附則 2 条 (ダイオキシシン特措法) に基づいて実施している評価重要度の高い排出源施設を対象とした臭素系ダイオキシシン類の排出実態調査へ、対象業種や施設について情報提供することを主要な目的としている。当該目的の達成は、化学物質管理に係る環境政策への貢献に繋がるものであり、着実な調査の遂行が期待される。また、本研究では、デカ BDE の製造や使用の規制に伴う臭素系ダイオキシシン類の排出実態の変化を捉えることをねらいとしており、ダイオキシシン特措法で調査対象となっている塩素化ダイオキシシン類や臭素化ダイオキシシン類が主要な評価対象であるが、生物検定スクリーニング法の検出原理を考慮すると、同様の性質を示す物質、いわゆるその他のダイオキシシン類縁化合物の排出実態を把握できる可能性があり、汚染の早期発見やその制御に資する知見を導出することも期待される。

GCxGC-HRTofMS 及び UHPLC/APGC-QToFMS による機器分析網羅検出法は、臭素系ダイオキシシン類

の TCDD-EQ 寄与の根拠付けに貢献すると同時に、臭素系ダイオキシン類以外の TCDD-EQ 関連物質の包括的な把握と物質同定によって包括的かつ信頼性の高い化学物質リスクの管理と監視に貢献できるツールと期待され、本研究での開発を通じて化学物質管理への適用が期待される。

本研究で実施予定の臭素系ダイオキシン類の毒性評価研究は、国際的にみても整備が遅れている臭素系ダイオキシン類の TEF の算出を行うものであり、WHO/UNEP のニーズや国際的な化学物質管理方策に貢献する実測データを提供することが可能である。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

明確な目標に沿って良好に実施されている。重要な研究であり、成果が期待される。

臭素系ダイオキシン類について、分析法、毒性について貴重な情報が得られていると考えるが、多くの異性体のある塩素・臭素系ダイオキシン類について、どこまで分かり、何が課題として残るか、最終的に整理が望まれる。

#### 5. 評点

総合評点：A