

【5-1653】変換過程を考慮した人為由来化学物質の管理手法に関する研究 (H28～H30)

研究代表者 越後 信哉 (国立保健医療科学院)

1. 研究開発目的

本研究では変換過程を踏まえた多種・新規の化学物質の網羅的な管理・包括的なリスク評価に関する環境政策に資するべく、多様な化学物質について下水処理、河川環境、浄水処理を想定し、対象とする有害物質の生成能のデータベースとして体系化し、あわせて変換経路を推定しその類型化を図る。さらに分画手法、高分解能質量分析計による既知および未知の前駆物質の同定・定量を行い、これらの知見を総合して化学物質の変換過程を考慮した新たな管理体系を提示することを目指すものである。

具体的には、前駆物質候補 (PRTR 物質、ポリフルオロアルキルリン酸エステル類、医薬品類 (PPCPs) 等) を対象に、有害物質 (ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)、ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)、N-ニトロソアミン類、ハロ酢酸 (HAAs)、アルデヒド類等) について、下水処理、河川環境、浄水処理の各工程を模した環境条件 (下水処理として生物処理、河川環境として生分解、光分解、浄水処理としてオゾン、塩素処理) における化学物質の変換機構を明らかにしたうえで、類型化し重要な化学構造を抽出する。この後、実際の下水流入水、下水放流水、河川水に対してそれぞれのプロセスを模擬した生成能試験に基づき、実際に寄与率の高い前駆体構造を探索する。最後にこれらの情報を統合し、変換過程を十分に考慮した化学物質管理指標を提示する。

サブテーマ (1) では浄水処理における酸化分解反応を、サブテーマ (2) では下水処理における生物反応を、サブテーマ (3) では河川環境における光分解反応、生分解反応等を検討対象とし、最終段階では各サブテーマからの情報を統合して、化学物質管理指標を提案する。

2. 研究の進捗状況

サブテーマ (1) では、当初の予定通り、PRTR 物質を中心に 200 種を超える化学物質について塩素処理におけるハロ酢酸生成能のデータベースを構築した。その上で、平成 24 年度の利根川における水質事故と同程度の流出濃度の場合、塩素処理過程でハロ酢酸の水質基準を超過しうる物質として、7 物質を抽出した。さらに、精密質量分析による中間体の探索方法を確立し、この結果とハロ酢酸生成能の比較から、反応機構の解釈を行った。また、塩素処理の前に生物処理を経た場合に直接塩素処理した場合よりもハロ酢酸生成能が増加する物質があることを示した。

サブテーマ (2) では、②成分表示に「フルオロ」の記載のある 6 種 51 製品の化粧品から 15 種の PFCs を検出した。さらにアルカリ条件下における酸化分解処理を行った結果、最大 93,200 ng/g-wet の PFCs を検出した。パウダーファンデーションから 76,800,000 ng/g-wet の PAPs 含有量を検出し、化粧品中から 20 種類のポリフルオロアルキルリン酸エステル類 (PAPs) を高含有量で検出した。これら製品中の PAPs は洗い流しにより、下水処理場へ流入する可能性が考えられた。下水処理場では特に生物反応槽内で高濃度となり、返送汚泥を通じて下水処理場内で循環していることが示された。好気条件下における生分解試験では、化粧品中の 10 種の diPAPs が分解され、PFHxA、PFOA に加えて、新規のものを含む複数の中間生成体が生成することが確認された。

サブテーマ (3) では、水質基準値がある FAH について、分析前処理過程において FAH の生成を抑制しうる分析法を確立した。PRTR 対象物質に対する生成能試験の結果、DMF のクロラミン処理による NDMA の生成を確認し、生成率を算出した。アルデヒド類およびニトロサミン類の下水処理場内および下水処理水の割合が高い都市河川における存在実態を把握した。流下過程における動態の詳細調査から、アルデヒド類は生分解、ニトロサミン類は光分解による濃度が減衰し、流下過程での生成は示唆されなかった。NDMA の検出濃度から下流地点における濃度予測をモデルを用いて行った結果、実測値と相関がある一方、流下過程における生成は同じく示唆されなかった。調査対象流域において、FAH や NDMA だけでなく、NMOR や DMF、もしくはそれらの前駆物質の排出源の存在が示唆された。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

平成 24 年度の利根川水系での水質事故と同程度の濃度で流出した場合、塩素処理過程でハロ酢酸の水質基準を超過しうる物質として、2,4,6-トリクロロフェノール、2-および4-クロロフェノール、フェノール、ノニルフェノール、3,4-ジクロロアニリンとクロロ酢酸エチルを抽出した。一部はフェノール類として基準対象であるがそれ以外の物質もあり、浄水処理対応困難物質見直しに関して有用な情報である。

続いて、化粧品中から 20 種類のポリフルオロアルキルリン酸エステル類 (PAPs) を最大 76,800,000 ng/g-wet の高含有量で検出した。これらは洗い流しにより下水処理場に流入し、特に生物反応槽内で高濃度となり、返送汚泥を通じて下水処理場内で循環していることが示された。好気条件下における生分解試験では、これらから PFHxA、PFOA に加えて、複数の中間生成体が生成することが確認された。これらの知見は、今後管理すべき PFCs 前駆物質を絞り込んでいく上で、有用な情報となる。

最後に都市の水循環において、浄水源の取水地点より上流に位置する下水処理場が、流下過程での生成や分解を加味しつつ、有害化学物質の排出をどの程度まで制御すべきかの検討に資する成果を得た。

4. 委員の指摘及び提言概要

環境中に排出された化学物質の分解代謝物について、浄水処理、下水処理などを対象物質群ごとに体系的に進めており、計画通りに推移している。今後は類型化や管理体系の提言なども視野に入れ、指標化を含めた具体的方策の提案につなげてほしい。一方、変換過程は共存物質をはじめ多様な反応条件による影響を受けるので、適切な条件設定と結果の整理が求められる。

5. 評点

総合評点 : A