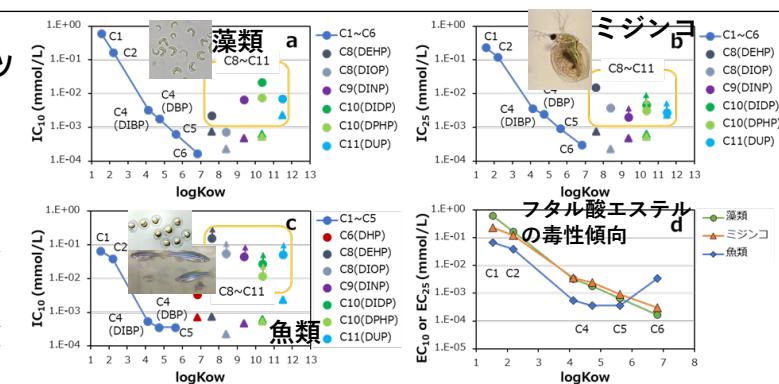


研究課題番号	5-2205
研究領域名	安全確保領域
研究課題名	作用・構造や曝露プロファイルの類似性に基づく複数化学物質の生態リスク評価手法の開発
研究代表者名(所属機関名)	山本裕史(国立環境研究所)
研究実施期間	2022年度~2024年度
研究キーワード	混合物、生態毒性、曝露評価、グルーピング、濃度加算

研究概要、研究成果等

有機汚染化学物質の3グループ（プラスチック添加剤の一種であるフタル酸エステル類、殺虫剤・殺菌剤の一種であるミトコンドリア電子伝達系複合体I～IIIの阻害剤、カチオン系界面活性剤）について藻類、ミジンコ、魚類の3生物を用いて個別および複数を組み合わせて慢性毒性短期試験を実施した。フタル酸エステル類では、文献情報や各種細胞試験などの結果を総合すると、C1-C6は単調的に



鎖が長くなるにつれて疎水性が上昇し、水生生物への毒性が強くなることがわかった。また、C1～C6の6種のフタル酸エステルの概ね濃度加算(CA)であったが、C8以上は水溶解度以下の有害影響が3生物いずれも検出されなかった。ミトコンドリア電子伝達系複合体では、同じ複合体阻害剤（たとえば複合体I）同士については、作用点が同様であることからCAである結果が得られたが、異なる複合体阻害剤の組み合わせでは相加的であるものの作用が異なる独立作用(IA)的あることが示唆された。さらに、カチオン系界面活性剤（洗剤・殺菌剤）では、四級アンモニウムから三級アミン・アミドなど広く類似した化学構造については概ね相加的（CAもしくはIA）であることもわかった。これらの物質のグループのうち、製造・輸入・出荷量ならびに排出係数が不明の物質が多く認められたことから、用途情報などを参考にして推定し、多媒体の環境動態モデルに導入することで河川などの環境中濃度を予測して、実測値と比較して概ね妥当であることが確認できた。

亜鉛、銅、カドミウム、ニッケルを中心とする金属類の複合曝露プロファイルを日本全国の実測データから把握し、現実的な複合曝露状況を想定し、金属類の複合影響リスク評価手法を目指した。特に、各金属の生物利用性(Bioavailability)を考慮した評価を導入し、生物利用性の考慮の有無に伴う濃度加算(CA)や独立作用(IA)と比較することで、複合影響の予測精度向上させるための科学的基盤を得た。複合影響評価において「見落としによるリスク過小評価」を避けるため、毒性単位(TU)の分布特性を解析し、予防的にリスク評価を行うための手法を提案した。この手法では、幕分布に基づく換算係数($k \approx 2.0$)を用いることで、評価対象から漏れた化学物質が存在してもリスクを過小評価しない枠組みを提供することができた。

さらに、個体の流れと繁殖価の流れを用いた生命表反応解析について検討したところ、各物質によって個体の流れや繁殖価の流れが大きくなるもの小さくなるものもあるなど、同じ個体群成長率の低下であってもその背後に構造的要因が物質や組み合わせによって異なることが明らかになった。また、藻類とミジンコを用いた慢性毒性試験を通じて、Funnel仮説（低濃度では加算性が成立する仮説）の適用可能範囲を実験的に検証し、2～20物質を用いた検証を藻類とミジンコについて実施し、藻類で10種以上、ミジンコで20種で概ね相加的であることを否定しないデータを得ることができた。

環境政策等への貢献

3種の有機汚染化学物質群の成果は環境省が作成中の「複数化学物質の環境リスク評価に係るガイドンス（仮称）」の作成において重要な実施例として掲載され、その内容の確認・修正のための重要な成果となる。また、化学物質審査規制法（化審法）や農薬取締法（農取法）、水環境基準設定等において、複合影響を踏まえたリスク評価手法の導入や運用指針の見直しが進められる際の科学的根拠として期待される。