

【5RF-1801】化学物質の複合曝露による野外生態リスク評価方法の開発：水質及び底生動物調査と環境水を用いた生物応答試験の活用（2018～2020）

研究代表者 岩崎 雄一（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

1. 研究開発目的

化学物質の複合曝露による野外生態リスクを適切に見積もることは、合理的な化学物質の生態リスク管理方策を検討・実施する上で必要不可欠な第一ステップである。本研究では、金属以外の汚濁負荷がほとんどない鉱山地域の上流河川を対象として、水質（金属濃度）に基づく生態リスク評価とミジンコ類を用いた環境水の生物応答試験による評価に加えて、河川底生動物を対象とした野外影響評価を実施することで、以下の目的を達成することを目指す。

1. 金属濃度から計算したハザード比の和（HQ の和：環境中濃度を予測無影響濃度（PNEC）等で除した値の和）及び生物応答試験での影響レベルと、底生動物調査結果から得られる野外影響レベルの関係を評価し、各影響評価方法間の整合性を明らかにする
2. 特に、複合曝露による生態リスク評価を実施する際の閾値として用いられることが多い HQ の和が 1 前後において野外で観測される影響レベルや生物応答試験で影響が観察された場合の野外影響レベルを明らかにする

以上より、得られた研究結果を統合的に解析・考察することによって、水質測定に基づく生態リスク評価（ここでは、HQ の和）、生物応答試験及び河川底生動物調査を活用した化学物質複合曝露の野外生態リスク評価方法を提案する。水質に基づく生態リスク評価や環境水を用いた生物応答試験と野外影響レベルの関係を評価し、それら評価方法の“使いどころ”を明らかにする本研究は、化学物質の生態リスク管理方策を検討する上で貴重な基盤情報を提供できる。さらに、複合曝露による生態リスク評価だけでなく、個別の化学物質に着目しても、予測無影響濃度（PNEC）や水質環境基準を超過する地点における実際の生態影響を解釈する上で本研究の成果は活用できると考えられる。

2. 研究の進捗状況

・サブテーマ 1

休廃止鉱山の坑廃水処理水が流入する河川と対照河川において、合計 9 箇所の調査地点を設定し、野外調査（水質、物理環境、底生動物）を実施し、予定した調査研究は順調に進んでいる。測定された金属濃度に基づくハザード比の和（HQ の和：測定濃度を米国の水質クライテリアで除した値の和）は、処理水流入河川に設定した 5 地点のうち 4 地点で 1 を超えていた。底生動物調査結果から、HQ の和が 10 に近い値を示した地点では、金属感受性が高いヒラタカゲロウ科個体数やカゲロウ目の種数に“軽微な”影響が検出され始める可能性が示唆された。一方で、HQ の和が 4 未満の地点では、底生動物の種数と個体数は対照地点とほぼ同程度であり、顕著な影響は検出されなかった。今後のさらなる調査によるデータ蓄積が必要ではあるが、これまでの成果は $HQ = 1$ でリスクの有無を判断する場合、リスクを過大評価する可能性があることを示唆している。

・サブテーマ 2

休廃止鉱山の坑廃水処理水が流入する河川と対照河川において、合計 7 箇所の調査地点で河川水を採取し、3 種類の生物応答試験（オオミジンコ遊泳阻害試験、オオミジンコ繁殖試験、ニセネコゼミジンコ繁殖試験）を実施した。予定した調査研究は順調に進んでいる。オオミジンコの繁殖試験の結果から、短期間の曝露によるミジンコへの影響は検出されなかった。オオミジンコの繁殖試験の結果は、流下に伴う河川水質の変化を示唆した。また、ニセネコゼミジンコの繁殖試験の結果は、鉱山廃水処理水の流入による影響および流下に伴う河川水質の変化を示唆した。オオミジンコおよびニセネコゼミジンコの繁殖試験では、対照河川と比較して、流入河川の上流地点において評価項目への影響がみられ、底生動物の調査結果と定性的に一致した。そのため、ミジンコを用いた繁殖試験の結果が野外調査の結果と相関する可能性が示唆された。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

- ・予測無影響濃度や水質環境基準の超過と野外影響との関係

室内での毒性試験結果に基づく予測無影響濃度 (PNEC) や水質環境基準は、一般的に安全側に設定されていると考えられている。一方で、それらの超過は、詳細なリスク評価や排水規制が必要かどうかの判断材料となる。したがって、それらの超過が野外における生態影響とどのような関係にあるかを定量化することが、適切な施策判断には必要となるが、そのような情報は国内ではほとんどない。本研究では金属を対象に予測無影響濃度として米国の水質クライテリアを利用しているが、それら値の超過度合いの総和が5~10倍程度の河川地点でも、底生動物の種数や個体数は対照河川と同程度または“軽微な”差が観察され始めるレベルであった。さらなる調査が必要であるが、任意の物質の環境中濃度が PNEC や水質環境基準を多少超過したとしても、野外影響が観測されるとは限らない事例を蓄積することができた。当該研究成果は、環境リスク評価 (生態リスクの初期評価) における PEC/PNEC 比が 1 を超過する地点や水質環境基準を超過する地点における実際の生態影響を解釈する上で活用できると考えられる。

- ・生物応答試験結果と野外影響の関係及び低硬度の河川水への適用可能性

化学物質の複合曝露による実環境での生態リスクを評価する際に環境水の生物応答試験を使用するためには、生物応答試験の結果と野外調査結果の関係を把握する必要がある。本研究のこれまでの成果によって、金属の生態影響が懸念される河川において生物応答試験結果と野外調査結果が定性的に一致した事例を例示することができた。これは、化学物質の複合曝露の管理における生物応答試験の活用の可能性を示唆するものであり、環境省が検討中の「生物応答試験を用いた排水の評価手法 (仮称) とその活用の手引き」(中間とりまとめ) において今後の課題とされている、公共用水域への生物応答試験の適用とその有用性の検討に貴重な基礎知見を提供すると考える。

また、化学物質の生態リスク評価等に生物応答試験を広く活用する上で、さまざまな水質の環境水に対する生物応答試験の適用性を検討する必要がある。本研究の成果により、低硬度の環境水に対してオオミジンコおよびニセネコゼミジンコの繁殖試験を適用可能であることを示すことができた。

4. 委員の指摘及び提言概要

環境生物の調査は興味深い。野生生物の影響をどう評価するかという非常に難しい課題に取り組んでいると考える。手法の限界を踏まえて、結果を上記の課題に対して評価してほしい。多様な影響因子に対する合理性を確保した上で、手法としての確立、他所への適用などへの展開が期待される。

タイトルは化学物質となっているが、実際の計画は重金属のみを対象としている。毒性が相加作用とわかっている物質であれば有用な結果と思われるが、相乗・相殺作用のある化学物質には適用できないのもう少し工夫してほしい。HQ の和で環境を評価できるのか。

5. 評点

総合評点：A