

【3K153004】水銀廃棄物の環境上適正な長期的管理のための埋立処分基準の提案（H27～H29）

石垣 智基（国立研究開発法人国立環境研究所）

1．進捗状況

水銀廃棄物の長期環境安全性の確保を可能にする最終処分方法について、封じ込めではなく移動抑制を志向した長期低環境フラックス型埋立の確立に向けた課題を抽出した。今後は周辺環境の隔離性能、人為的な隔離・放出遅延構造と長期的な隔離性能評価、施設の管理と事故時の機能回復の段階的検討について指針を示す予定である

廃金属水銀の固型化処理物の長期溶出特性と長期揮発特性を評価し、固型化物からの水銀の長期溶出と揮発に関するパラメータを得た。水銀の移動抑制とその予測の観点からは、廃棄物との混合埋立はできるだけ避けること、ならびに単一埋立においても埋立層内の pH 推移を観測し場合によっては適正に管理すること、の必要性が示された。

固型化物の埋立処分における長期的な挙動をカラム試験により検討した結果、浸出水およびガスに移行する水銀はごくわずかであることが示された。また、ガスへの移行は浸出水への移行に比べて無視できないレベルにあった。固型化物表面もしくは内部から移行した硫化水銀は速やかに形態変化し溶溶性が高まることが推測された。一方で、浸出水に移行して検出された水銀量はごくわずかであったことから、固型化物より排出された水銀は周囲の充填材に吸着して移動が遅延していることが示唆された。

水銀メチル化に関する遺伝子とその多様性に関する情報収集を行うとともに、水銀メチル化に関する遺伝子の検出・増幅ツールを構築した。実埋立処分場試料より当該遺伝子が検出され、普遍的ではないものの埋立地内に水銀メチル化ポテンシャルが存在していることが示唆された。今後は、他の処分場試料を対象とした検討を進めるとともに、今回検出・増幅された水銀メチル化遺伝子の多様性解析を行っていく。

固型化物を埋立処分した際の環境安全性を評価可能な数理モデルを構築した。埋立作業期間の降水浸透防止対策は、水銀の浸出水への移行・環境放出抑制に有効な反面、ガス状水銀としての放出抑制には寄与しないことが示された。すなわち、内部浸透の抑制は水銀可溶化の抑制に有効ではあるが、ガスを含めた水銀の環境放出の抑制のためには不十分であり、土壌吸着層の設置による吸着・移動遅延効果により、浸出水およびガス中の水銀濃度は長期にわたり低濃度レベルを維持できる可能性が示唆された。

2．科学的意義

埋立地環境下における廃金属水銀の固型化物からの水銀の放出挙動を明らかにするとともに、液相および気相への移動性について定量的なパラメータを取得するとともに、最終処分に関する長期環境安全性を評価可能な数理モデルを構築した。これらは封じ込めや吸着層の設置などの効果や、長期間にわたる維持管理・モニタリングの必要性を示していく際の科学的支援情報としてきわめて価値が高い。

実埋立地を模擬した環境下では、固型化物中の水銀はきわめて遅い速度で放出されること、およびその際ガス状水銀としての放出は無視できないレベルにあることが示された。これは長期的な水銀廃棄物の環境リスク評価と、グローバルな水銀エミッションの精緻化に両面において重要な科学的知見である。

水銀の長期的な安全性を評価する上で欠かせない水銀メチル化機構について、現状ではほとんど知見のない埋立地内における水銀メチル化に関する遺伝子の多様性の把握、ならびに水銀メチル化ポテンシャルの評価に資する多様性解析ツールが確立されたことは新規性・有用性ともにきわめて意義深い成果である。

3．環境政策への貢献

水銀廃棄物の環境安全な処分方法の確立に向けた法令の整備や指針の策定に向け、以下の技術上の情報が提供可能である。

廃金属水銀の固型化処理物の溶出・揮発特性を明らかにし、環境安全な処分方法に関して評価可能な数理モデルとそのパラメータが提供された。これを用いて、固型化方法・処分方法・基準の策定に向けての技術的な提言が可能である。また、固型化物の処分方法に関する知見が提供された。固型化物の高い封じ込め性能が確認された一方で、ガスへの移行は浸出水への移行に比べて無視できないレベルであることから、総合的な安全性の観点からは維持管理上の留意点として検討すべきである。埋立作業期間の降水浸透防止対策は、水銀の浸出水への移行・環境放出抑制に有効な反面、ガス状水銀としての放出抑制には不十分であり、土壌吸着層の設置による吸着・移動遅延効果により、浸出水およびガス中の水銀濃度は長期にわたり低濃度レベルを維持できる可能性が示唆された。

水銀の移動抑制を主旨とした最終処分方法「長期低環境フラックス型埋立」を提案し、適正な構造、維持管理、モニタリング、跡地利用のフレームワークに寄与可能な情報が提供された。

埋立地内には水銀メチル化に関与する遺伝子が普遍的ではないが存在していることが示された。化学的形態変化による有害性向上の可能性を強く示唆するものであり、長期的環境リスクの低減の観点から、早急に情報の集積が必要であると考えられる。

#### 4．委員の指摘及び提言概要

水銀の長期安全保管という環境問題に関し、総合的、系統的に丁寧な検討を進めており、環境政策への大きな寄与が期待できる。また、研究のシステム境界のデザインや各チーム間の連携もよく、計画通り進捗している。廃水銀の長期的な管理の実現に向けて、自然バリアーを考えた保適地の選定やコストについても検討が望まれる。埋立地内での水銀メチル化の可能性は社会的なインパクトが大きく、そのメカニズムを解明してほしい。

#### 5．評点

総合評点：A