

## 【3-1802】遮断型最終処分場の長期的な環境安全性の評価に関する研究（2018～2020）

研究代表者 山田 正人（国立研究開発法人国立環境研究所）

### 1. 研究開発目的

遮断型最終処分場に埋め立てられた焼却灰や汚泥、その固化体に含まれる重金属類について、100年程度の期間に生ずる処分場内での形態変化、ガスや水を介しての施設外への移行フラックス、人間生活圏への到達濃度を数値埋立工学モデルで予測することで、導入した多重安全技術のレベルと将来起こりうる天災による破壊などのイベントに対応した遮断型最終処分場の環境安全性を評価する。

サブテーマ1「数値埋立工学による長期的な安全性の評価に関する研究」では、物質の収着や化学平衡等と多孔質内気液二相流を連成した数値埋立工学モデルを構築し、施設に水が侵入した場合に有害物質が外界へ移行するフラックスと人間生活圏への到達濃度を求める。遮断型最終処分場を調査し、数値埋立工学モデルの初期・境界条件を設定する。地震等の自然変動、掘削など人為変動、設備の経年劣化など、100年程度で生ずる変動のシナリオを設定する。廃棄物をコンクリート固化化する際のガス発生や硫酸塩膨張による破壊過程を評価し、生物学的過程の重金属類等の化学形態変化への寄与を検討する。これらとサブテーマ2と3から得られた条件ならびにパラメータを数値埋立工学モデルへ適用する。

サブテーマ2「処分場内における重金属類等の長期動態の評価に関する研究」では、遮断型最終処分場に埋め立てられた廃棄物等に含まれる重金属類について、100年程度の期間内における溶出性の変化を明らかにする。処分場内で想定される環境を、より強く発現させる風化加速試験を、廃棄物と固化体等の溶出抑制処置を施した廃棄物について実施して溶出平衡定数および溶出速度を導出し、施設構造が破綻しても急激な放出リスクを低減しうる溶出抑制対策と望ましい処分場内雰囲気制御方法を示す。

サブテーマ3「人工および天然バリアにおける物質移動の評価に関する研究」では、各劣化段階にある施設構造物、施設外における人工バリア（ベントナイト層や改良地盤）ならびに天然バリア（自然地層）における重金属類の移行パラメータを求める。放射性廃棄物埋設処分場の安全性評価で用いられている情報を参照するとともに、カラム通水試験等によりパラメータの不足部分を補完する。

以上より、遮断型最終処分場の機能をより確固とするため、構造、維持管理ならびに廃止に関する技術上の基準を改定また設定するための具体的な方法を示す。

### 2. 研究の進捗状況

サブテーマ1では、遮断型処分場の長期的な安全性評価において対象とする数値モデルの全体像とそれを構築する上での課題を明らかにした。初年度では塩害と中性化の発生機構を定式化し、物質移動解析と連成することでコンクリート構造物の化学的劣化のシミュレーションを可能とした。また長期的に起こりうる地震時におけるコンクリート構造物の損傷は応答変位法に基づく地震応答解析により評価可能であることを示し、レベル1地震動、レベル2地震動のいずれにおいてもコンクリート部材が降伏するような著しい損傷は発生しないものの、ひび割れが発生して遮断機能が低下する可能性を示した。また、既存の最終処分場内には、重金属類の鉍物化に寄与する尿素加水分解細菌が普遍的に存在していることが判明した。しかし、尿素加水分解活性は低く、重金属の生物学的鉍物化は長期的な時間スパンで生じる可能性が示唆された。

サブテーマ2では、当年度は国内の遮断型処分場の現状（稼働状況、埋立廃棄物種、ならびに埋立廃棄物の性状等）を明らかにすることを計画していたが、次年度に計画していた風化加速試験を前倒しで検討した。遮断型処分場への搬入物の調査は順調に進行し、現在稼働中の処分場に埋め立てられている廃棄物の種類を具体的に明らかにできた。また、前倒しで実施した特定有害産業廃棄物を用いた風化加速試験では、暴露雰囲気によって重金属類の溶出特性が大きく変化することが明らかになった。次年度は本成果を元に、主要な搬入物である炉内耐火物（Cr<sup>6+</sup>含有）を風化加速試験に供する予

定である。

サブテーマ3では、人工および天然バリアについて文献調査により、岩石、鉱物、粘土等の重金属類に対する分配係数データは数多く報告されているが、それを得た試験方法の国内外で大きな相違点があり、特に処分場の保有水を介した重金属類等の移動については、吸着試験を行って実験的に分配係数を求める必要があることがわかった。そこで、吸着試験による分配係数の導出には液固比や溶媒のイオンバランス等の条件設定について実験的検討を進めた。今回行ったバッチ吸着試験では、分配係数が電気伝導度によって低下すること、初期濃度を変化させると吸着等温線の線形が得られにくくなることなど、新たな課題が得られた。

### 3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

遮断型処分場のコンクリート構造物に影響を与える機構として、埋立物由来の発生ガスに曝露された場合の中性化による劣化の可能性が示された。このことは、遮断型処分場への搬入物の有機物含有量等の性状を把握し、コンクリート構造表面のライニングが不十分など、施設の構造によっては受け入れを制限する必要があることを示唆しており、規制上の有益な情報提供である。また、鉄筋への塩害による構造劣化と、それに付随した地震動による構造破損の可能性は、現行の遮断型処分場の「漏れない」構造には寿命があることを示し、地盤材料による人工バリアや自然による天然バリアの導入など、より多重安全を志向した長期的な環境汚染の緩和対策の必要性を示すものである。

遮断型処分場は我が国特有の埋立地であり、廃棄物処理法において処分場三類型の一つとして認められているにもかかわらずその実態についてはほとんど情報がなかった。今回の調査から、国内で稼働中の遮断型処分場が極めて限定的であることが明らかになった他、現状の埋立物も明らかになったことは、今後の廃棄物行政について有用な知見であると考えられる。また、廃棄物からの長期的な重金属類等の溶出抑制機構の発現のための至適な場内雰囲気についても、対象廃棄物が現状では一種類であるが、その可能性を提示できた。多重安全構造を前提とした場合、施設構造やバリアに加え、廃棄物自体からの有害物の溶出性を低減できる可能性を示したことは、今後の遮断型処分場の管理方策の一助となりえる。

### 4. 委員の指摘及び提言概要

サブテーマはそれぞれ一定の進捗がみられる。それらを統合し、最終的に効果的な遮断型最終処分場の環境安全性評価への示唆が得られるよう努められたい。成果の活用について、環境省の担当部署と十分な意思疎通が望まれる。

### 5. 評点

総合評点：A