

# 廃棄物処分場内部の複雑系数理構造解明に向けた連成シミュレーション手法の構築

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2~4年度)

鈴木和将

## 1 研究背景と目的

種々雑多な廃棄物が、最終的な行き場として最終処分場に埋め立てられる。廃棄物から排出された汚染物質は、水や空気といった流体に伴って環境中を移動していくが、廃棄物の多様性ゆえに、様々な物理・化学プロセスが関与しており、それぞれのプロセスが相互に影響しあっている。汚染物質の環境への影響を制御するためには、そのような現象の定式化を行い、数学的バックボーンを与える必要がある。しかしながら、廃棄物分野において、現象間の相互作用が十分に解明されているとは言い難い。

そこで、本研究では、最終処分場内部で起こる連成問題のうち主要なものを取りあげ、個別の現象の解析とその相互作用の解析の精度・効率の追求を目指し、マルチスケール問題の連成解析に適切な数値シミュレーション手法を構築することを目的とする。連成解析の際に動的に変化する間隙に対しては、パーシステントホモロジー等のトポロジー解析により、幾何学的形状の定量化を行う。次いで、開発した連成シミュレーションによる処分場内部系ダイナミクスの評価を通して、既存数理モデルの不十分さを明らかにする。さらに、そこから得られた結果をトポロジーの視点から統一的に整理・解析し、最終的には、間隙構造に由来する微細な流れの影響を組み込んだ新しい数理モデリングと内部系の数理的理解を目指す。

## 2 方法と結果

内径10mmのアクリル容器に廃棄物試料を充填し、その充填層をマイクロフォーカスX線CT装置で撮像し、X線CT画像を取得した。X線CT3次元像から取得したCT値ヒストグラムを正規分布にフィッティングし、空隙とマテリアルの混合状態を評価し、二値化処理の閾値設定を行った。線CT画像データからの間隙構造解析は、ExFact VR及びExFact Analysis for Porous / Particles(日本ビジュアルサイエンス)を用いて行った。この解析により、間隙の3次元幾何学的情報として空隙中心軸(medial axis)とその過程で得られる連結経路(connecting path)あるいは屈曲度(tortuosity)の情報を得た。

流体移動パスの評価指標として、経路長と最短距離の比である屈曲度を求めた結果を度数分布として図4に示す。焼却灰の屈曲度は、コア試料と比較して多少大きい傾向にあった。このような間隙構造の数値化は、パーシステントホモロジー結果や流体シミュレーション結果と組み合わせることにより、詳細な内部現象の解析が可能となると考えられる。