

コロイドの地球化学プロセス研究と今後の課題

金井 豊¹⁾

1. はじめに

今特集号「HLW地層処分とコロイド研究」では、コロイドについての解説と産総研をはじめ様々なところで遂行されている研究等の話題を提供してきたが、地層処分との絡みで考えると、最終的にコロイドの影響がどの程度であるか把握することが最重要である。コロイドの影響が最大この程度と評価することが出来れば、むしろ、より影響の大きなプロセスに研究時間を費やすべきである。しかし、天然のコロイドに関する知識が不十分で、未だ把握しきれていないのが実情で、実態把握・フィールド調査と実験・パラメータデータの取得とを繰り返し、モデルの構築を目指しているのが現状であろう。ここでは、今後必要となるであろう地球化学プロセス研究について私見を述べたい。

2. 安全評価に必要なコロイド特性とは

コロイドの特質については既に述べられている。それでは、コロイドに関わる安全評価において、注目すべきコロイド特性のパラメータとは、如何なるものであろうか。どのような特性に注目すればよいのであろうか。概要調査段階では、ボーリング掘削などを開始すると地質環境が変わるおそれがあるため、その前の地質環境を把握する目的で、「ベースライン調査」が行われるであろう。ここではコロイドに関する検討項目として何をどの程度調査しておく必要があるのだろうか。精密調査前の概要調査で、何をおさえておく必要があるだろうか。概要調査段階では核種移行に関する要件は検討されないが、続く精密調査では核種移行に関わる検討は必須であるため、可能ならば概要調査の同じ作業の中ですべての項目を把握することが望ましいであろうが、概要調査の限られた時間と労力で

最低限把握しておくべき特質は何であろうか。それはおそらく安全性評価における深部地質環境中での核種移行に与える影響因子の大小から推測することができるであろう。

放射性核種の真性コロイド以外では、地下水コロイドが主体である。その場合、核種の運搬を担うものは、厳密には反応が可逆反応であると異なってくるが(詳細はモデルの章を参照のこと)、一次近似で移流のみを考慮した場合はコロイドの総量とコロイドに対する分配係数の積ということになる。

コロイドによる核種移動速度＝

コロイド粒子濃度 [C] × 核種溶存濃度 × 分配係数 [Kd] × 地下水コロイドの流動速度

ここで、濃度や流動速度はサイトに特異的な量であろう。一方、分配係数はpH, Ehといった水質の他に、コロイドの種類、組成、粒径、表面積、等電点、等々、相互に関係するような因子によって規定される。従って、これらから調査の簡便性と重要性を勘案してコロイド特性の幾つかをパラメータとするのが最適であろう。また、評価の出口であるコロイドによる核種移行モデルを先に考え、それを構築する上での必要なパラメータという点から調査項目を決めることも実際的である。

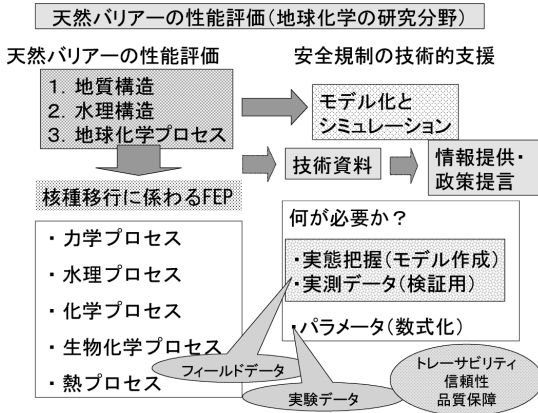
これらのことから、私見としておそらくコロイドの濃度、組成と粒径、水質 (pH, Eh, 等電点等) などが一案となると現時点では推定している。これについては今後多くの議論を積み重ねて、統一的な結論を導いていく必要があろう。

3. 地球化学プロセスの研究

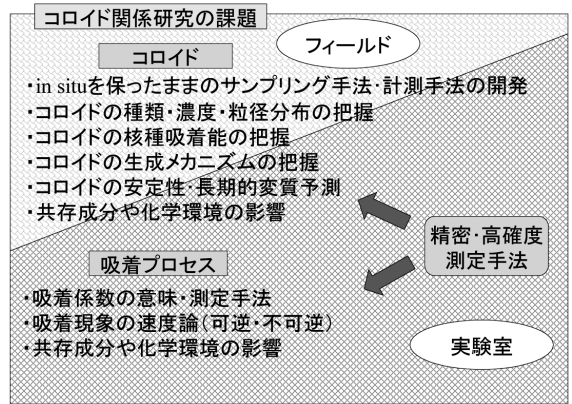
コロイドによる核種移行に関して、促進・遅延に関わる物理化学プロセスは多様で、コロイドの移動・拡

1) 産総研 深部地質環境研究センター

キーワード: コロイド, 地球化学プロセス研究, 安全性評価



第1図 天然バリアーの性能評価に必要な様々な研究。



第2図 コロイド関係の研究課題の一例。

散, 核種の吸着・脱着, 核種を吸着したコロイドの移動・拡散, 核種を吸着したコロイドの母岩への吸着・脱着等, 多くのプロセスを考慮しなければならない。そして, 安全評価のためにはこれらのプロセスを連結させてモデルが作られるのであろうが, そのためにはそれぞれの各プロセスに対する理解と実態を十分に把握し, 定量的パラメータを得ることが重要である。そのためにも, これまでに述べてきたコロイドに関する知見を総合化し, 不十分な課題について研究を進めていく必要がある。

第1図には, 地球化学分野において必要と考えられる研究分野の例を示した。天然バリアーの評価には, 地球化学プロセスのみではなく, 入れ物となる地質構造, 運び屋となる水理構造に関する知見も当然必要であることはいうまでもない。様々な国際FEPリスト(Feature, Event, Process)の中で, モデル作成と検証用のフィールドデータと, 理論・数式・構成則解明のための実験データとが必要となるであろう。

また, コロイドに関しては第2図に示したようにコロイドの持つ特質を様々な観点から研究することが必要で, これもフィールドでの作業と実験室での作業の両方がある。いずれにせよ, 信頼性の高いデータを取得する必要がある。コロイドに関する我々の知見は

限られており, 多くのフィールドでの調査をふまえて実態を把握していくことが重要となる。

4. 終わりに

今後に残された課題には, 処分場近傍域であるニアフィールドでのコロイド生成・移行に関する研究テーマと, 今回我々が注目しているファーフールド(処分場の外側に位置する遠方域)での地下水コロイドによる核種移行, さらにその間を埋める環境変化に伴うコロイドの特性変化についての課題がある。我々は地下水コロイドの実態把握, 環境変化に関わるコロイドの特性変化の実験を開始したばかりである。本特集号の所々で述べている他にも, 地下のコロイドの実態をそのままの状態を観察する方法, 状態を変えずに低濃度のコロイドを測定可能なレベルまで濃縮可能か, 標準的なコロイドの取扱方法はどのように決めたらよいか等, 解決すべき点や不明な点はまだまだ多いが, 安全評価に必要なコロイドのモデル化につなげることが出来るよう, 今後の課題として重点的に推進していく必要があると考えている。

KANAI Yutaka (2007) : Geochemical processes of colloid in environment.

<受付: 2006年11月30日>