

Na型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出挙動 Deposition behavior of supersaturated silicic acid on Na-type bentonite

*笹川 剛¹, 千田 太詩¹, 新堀 雄一¹

¹東北大学大学院工学研究科

本研究では、セメント使用に起因する pH 勾配によって生じる過飽和ケイ酸が処分坑道埋戻し部のベントナイトへ析出する想定を基に、実験にて有意なケイ酸析出を確認するとともに析出速度定数を定量化した。

キーワード：Na型ベントナイト，過飽和ケイ酸，析出，核種遅延効果

1. 緒言 HLW 処分場の建設にセメント系材料が大量に用いられることにより、処分場周辺の pH が高アルカリ化し、地下水の流れ方向に向かって pH が減少するアルカリフロントが形成される[1]。この pH 勾配の発生に伴い、高アルカリ領域では周辺のケイ酸塩鉱物からケイ酸が溶出し、低アルカリ領域では過飽和状態となったケイ酸が周囲へ析出、および重合することが考えられる。これらの反応が長期間継続することによって地下水流路が狭隘化し、核種移行の遅延が期待される。一方、処分坑道の埋戻し材の一部として Na 型ベントナイトが用いられる予定であり、埋戻し部の透水性は岩盤内と同程度が想定されている[1]。報告者は、これまでにケイ酸析出に伴う岩盤内の微細流路閉塞について評価しており[2]、埋戻し部にて水みちが形成された場合にも同様の遅延効果が期待できる可能性がある。そこで本研究では、Na 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出に着目し、その析出速度定数を実験的に定量化することを目的とした。

2. 実験 Na型ベントナイトにはクニミネ工業社製クニゲルV1を用いた。図1に実験手順を示す。ケイ酸溶液はケイ酸ナトリウム溶液(Na_2SiO_3)を所定濃度(初期過飽和濃度 4, 10 mM)に希釈した。これに固相試料(2.5, 5, 10 g)、pH 緩衝液、硝酸を順に添加することで pH を 8 に調整し、過飽和ケイ酸を発生させた時点を実験開始とした。また、液相中の NaCl 濃度を 0.6 M、溶液温度 25°C とした。実験開始後、所定時間毎にサンプリングを行い、0.45 μm のメンブレンフィルターを用いて固液分離した。分離後、液相中のケイ酸を ICP-AES で定量することで、固相への析出分を算出した。そして、実験開始時の析出量経時変化から析出速度定数を初期過飽和濃度毎に評価した。

3. 結果・考察 図2に実験結果の一例を示す。本実験系におけるケイ酸の状態は水溶性ケイ酸、コロイド状ケイ酸、固相への析出と定義した。全ての実験条件において固相へのケイ酸析出を確認し、析出速度定数は初期過飽和濃度 4 mM において 2.81×10^{-11} m/s、10 mM において 1.91×10^{-11} m/s と得られた。これらの結果は、仮に岩盤内亀裂を想定して、流路の代表長さ(100 m)、初期流速(5 m/year)、比表面積(10^6 1/m)から析出反応と移流の比を表す無次元数であるダムケラー数を算出すると、 10^3 を超える大きな値となる。これは地下水移行に対して析出反応が顕著に生じることを示す。すなわち、Na 型ベントナイトが混在する埋戻し部に水みちが形成された場合にも、ケイ酸析出による流路閉塞が期待できる可能性が示唆された。

参考文献：[1] JNC, “TRU 廃棄物処分技術検討書,” TY1400 2005-013.

[2] SASAGAWA et al., “Effects of Supersaturated Silicic Acid Concentration on Deposition Rate around Geological Disposal System”, Proceedings of ICONE23, 2015.

謝辞：本研究の一部は、JSPS 特別研究員奨励費 16J02619、および科学研究費補助金 若手研究(B)16K18345 によった。ここに記して謝意を表す。

*Tsuayoshi Sasagawa¹, Taiji Chida¹ and Yuichi Niibori¹

¹Graduate school of Engineering, Tohoku University

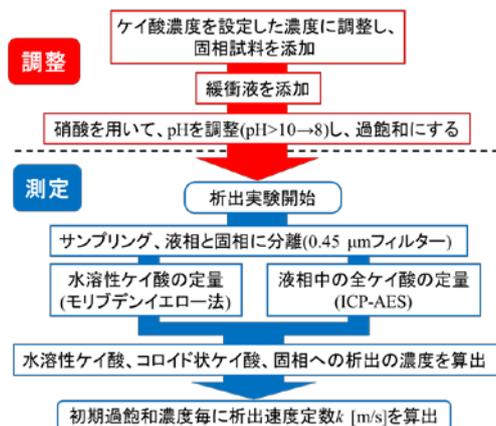


図1 実験手順

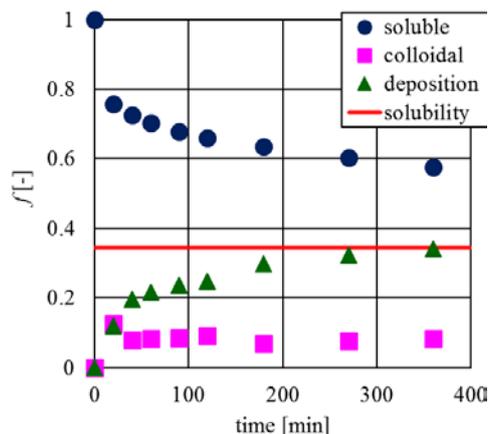


図2 実験結果(初期過飽和濃度 4 mM, 固相量 5 g)

(縦軸 f は初期ケイ酸濃度に対する各ケイ酸形態の割合)