

地層処分場周辺の温度条件における Ca型ベントナイトに対する過飽和ケイ酸析出挙動の評価

Evaluations of deposition behavior of supersaturated silicic acid on Ca-type bentonite
under the temperature condition around geological disposal system

*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、流路閉塞による核種移行抑制が期待される Ca 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出について、深地層の温度影響を考慮した析出速度定数を実験的に評価した。その結果、温度上昇によって Ca 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出が促進されることを実験により明らかにした。

キーワード：Ca 型ベントナイト、過飽和ケイ酸、析出挙動、温度影響

1. 緒言 地層処分場坑道の埋め戻し材の一部に用いられる Na 型ベントナイトは、地下水に含まれる Ca イオンとイオン交換することにより Ca 型化し、透水性の上昇や膨潤性の低下を生じるため、バリア性能が劣化する可能性が指摘されている。一方、処分場の建設に用いられるセメント系材料によって地下水が高アルカリ化し、処分場周辺ではベントナイト等からその主成分であるケイ酸が溶出する。この高濃度のケイ酸が地下水の混合に伴って過飽和となりベントナイトに析出することで間隙が狭められ、核種移行を抑制する効果が期待できる。本研究では、処分場の建設が予定される深度 500-1000 m における温度 30-45°C (地表付近の温度：15°C、地下深度による温度勾配：3°C/100 m) を考慮した、過飽和ケイ酸析出の温度依存性について析出実験を行い、析出速度定数を評価することにより核種移行抑制の可能性について検討した。

2. 実験 Ca 型ベントナイトは Na 型ベントナイト(クニゲル V1)より調整し、75 μm 以下に整粒して用いた。析出実験は、ケイ酸の初期過飽和濃度(4-10 mM)、溶液温度(15-50°C)、固相量(溶液 250 mL あたり 2.5-10.0 g) を実験パラメータとして、窒素雰囲気下にて攪拌速度 300 rpm で行った。所定時間毎にサンプリングし、固液分離は遠心分離後に 0.45 μm メンブレンフィルターを用いて行った。固相への析出量は、ICP-AES 測定による液相中のケイ酸の濃度と、初期のケイ酸濃度との差分によって求めた。また、コロイド状ケイ酸の濃度は、モリブデンイエロー法で定量した液相中の水溶性ケイ酸濃度(主に単量体、二量体)と、ICP-AES 測定の差分により求めた。析出速度定数 k [m/s] は、実験初期の固相へのケイ酸析出量の経時変化から評価した。

3. 結果・考察 図 1、2 に実験結果の一例を示す。縦軸 $f[-]$ は初期のケイ酸濃度で各ケイ酸濃度を除した値である。高温条件下(50°C)において固相への析出量が増加し、コロイド状ケイ酸が減少した。これは、高温条件下でコロイド状ケイ酸の成長が促進されて沈殿し、固相とともに分離されたことが原因であると考えられる。本実験の種々のパラメータに対して析出速度定数 k [m/s] はいずれも 10^{-12} - 10^{-11} m/s の範囲に収まった。このことは、温度や過飽和濃度が増えるような複雑な系においても、析出速度定数を簡便に整理できることを意味する。また、これらの析出速度定数は、ケイ酸析出に伴う岩石亀裂の閉塞を示した先行研究[1]と同程度であることから、処分場周辺の温度条件における Ca 型ベントナイトへの過飽和ケイ酸の析出が同等の核種移行抑制効果を示す可能性が示唆された。

引用文献:[1]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、科学研究費補助金 基盤研究(A)25249136 によった。ここに記して謝意を表す。

*Tsuayoshi Sasagawa¹, Taiji Chida¹ and Yuichi Niibori¹

¹Tohoku University.

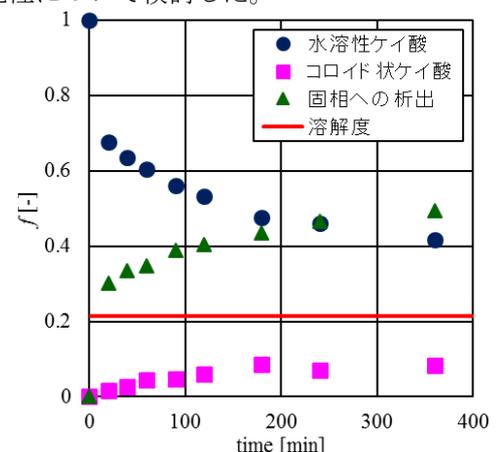


図1 実験結果(温度 15°C、初期過飽和濃度 6 mM、固相量 10 g)

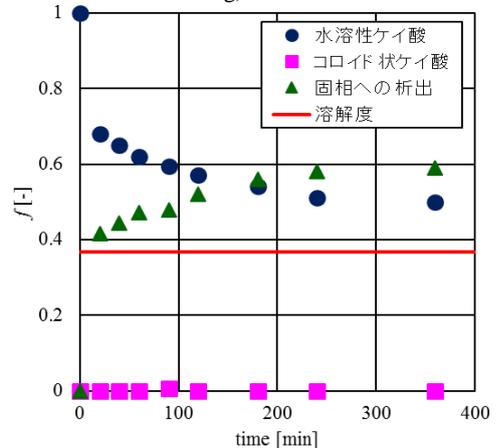


図2 実験結果(温度 50°C、初期過飽和濃度 6 mM、固相量 10 g)