

フィリピン国ルソン島北西部における高アルカリ地下水環境下のベントナイトの長期健全性に関するナチュラルアナログ研究

Natural analogue project on long stability of bentonite under hyperalkaline water condition in northwestern Luzon

藤井 直樹^{1*}, 山川 稔¹, 佐藤 努³, 鹿園 直建⁴, 並木 和人², 藤田 健太³, 徳井 佑樹⁴,
ラッセル アレキサンダー⁵, チェロ パスクア⁶, カルロ アチーラ⁶, 吉村 公孝¹

Naoki Fujii^{1*}, Minoru Yamakawa¹, Tsutomu Sato³, Naotatsu SHIKAZONO⁴, Kazuto Namiki²,
Kenta Fujita³, Yuki Tokui⁴, Russell Alexander⁵, Chelo Pascua⁶, Carlo A. Arcilla⁶,
Kimitaka Yoshimura¹

¹原子力環境整備促進・資金管理センター, ²大林組, ³北海道大学, ⁴慶應義塾大学, ⁵ベッドロックジオサイエンス,
⁶フィリピン大学

¹RWMC, ²Obayashi Corporation, ³Hokkaido University, ⁴Keio University, ⁵Bedrock Geosciences,
⁶University of the Philippines

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物 (HLW) や TRU 廃棄物の処分において, 人工バリアシステムを構成するセメント系材料とベントナイト緩衝材との長期の相互作用によるベントナイトのアルカリ変質挙動の確認と, その性能評価 (安全評価) は重要な課題である。本研究では, セメント系材料への地下水侵入過程での高アルカリ地下水生成と天然類似プロセスが存在する地質環境としてオフイオライトに着目した。オフイオライト起源の高アルカリ地下水とベントナイト鉱床が近接するフィリピンのルソン島北西部において実施した, 高 pH 環境下でのベントナイトの変質作用とその環境条件等に係わる地球化学的プロセスに関するナチュラルアナログ調査について報告する。

2. 現地調査

ルソン島北西部の Mangatarem 地域は, 古第三紀・始新世から漸新世に形成された Zambales オフィオライト複合岩体の上に整合関係でベントナイトの胚胎層となる Aksitero 層群 (後期漸新世に形成) が堆積している。当地域には, オフィオライト複合岩体から, 蛇紋岩化作用により生成し, 断裂系に沿って上昇したと考えられる高 pH・還元環境の湧水地点 (Manleluag 温泉保養地周辺) が複数存在し, この湧水地点に近接してベントナイト鉱床が存在する。このように人工バリアシステムにおける高アルカリ地下水とベントナイトが相互作用する環境と類似する地質環境を有していることが, 当地域を本ナチュラルアナログ研究の調査地点として選択した理由である。現地調査は, Mangatarem 地域のベントナイト・ゼオライト鉱山 (Saile 鉱山) とその南方に位置する Bigbiga 地区を中心に実施した。

3. 調査内容・結果

Saile 鉱山及びその周辺地区においては, 地質踏査, 地下水調査, 簡易試錐調査, トレンチ調査を実施した。トレンチ調査においては, 3 箇所のトレンチ (トレンチ 1, 5, 6) においてオフイオライト上部の枕状溶岩とベントナイト層の接触部を確認した。トレンチ 1 はその掘削方向が断裂系と一致しており, その断裂系底面の断裂充填物において, 縁辺部に蛇紋岩, 中心部に方解石が確認された。これは高アルカリ地下水が過去に断裂系沿い存在していた証拠であり, その直上の分布するベントナイトと接触していたと考えられる。また, トレンチ 5, 6 においては枕状溶岩中に高アルカリ地下水の経路の痕跡が認められ, これがベントナイト層と接触していること

も確認された。そのベントナイト層は、トレンチの試料XRD分析結果からCa-スメクタイトを主とするベントナイトである。ベントナイト層の一部ではスメクタイトとともにゼオライトも確認され、変質鉱物が形成された可能性もあるが、大部分のベントナイトは変質していない状態で残っている。この点は、エチレングリコール処理後のXRD分析からもベントナイト自身が膨潤性を保持した状態であることを確認している。一方、Bigbiga地区においては、地下水調査、地質踏査を実施した。その結果、ベントナイトと非常に近接している揚水井において高アルカリ地下水が存在していることを確認した。

Saile鉱山では現在高アルカリ地下水は存在しないが、過去に高アルカリ地下水とベントナイトが接触していたことが確認されたことから、Fossil Typeの調査地点と、Bigbiga地区は、現在も高アルカリ地下水とベントナイト層接触している可能性が高いActive Typeの調査地点、と位置付け、今後も両地点での調査を継続し、ベントナイトと高アルカリ地下水の相互作用としてのベントナイトのアルカリ変質挙動についてさらに詳細に検討する予定である。

なお、本報告は経済産業省の委託事業「放射性廃棄物重要基礎技術研究調査」により実施した研究成果の一部である。

キーワード: ナチュラルアナログ, ベントナイト, 高アルカリ地下水, 変質, オフィオライト

Keywords: Natural Analogue, Bentonite, Hyperalkaline groundwater, Alteration, Ophiolite