

フィリピン国パラワン島中南部（Narra 地区）のナチュラルアナログ調査（2）

～ アルカリ環境下の変質プロセスとベントナイトの長期健全性 ～

（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター 藤井 直樹、山川 稔、西村 政展
（株）大林組 木村 志照 北海道大学 佐藤 努、新橋 美里 三菱マテリアル 佐藤 久夫

1. はじめに

パラワン島中南部の Narra 地区では、アルカリーベントナイト相互作用によるアルカリ変質プロセスのナチュラルアナログを直接観察することが可能である（ナチュラルアナログ調査（1）を参照）。本報告では、当ナチュラルアナログサイトで採取した高アルカリ環境下または風化環境下のスメクタイトに富む堆積物を対象とした偏光顕微鏡や EPMA による、鉱物組み合わせ・共生関係とスメクタイトの鉱物組成・組織・構造についての観察・分析結果に基づき、アルカリ環境下での変質プロセスを明らかにし、ベントナイトの長期健全性について考察する。

2. スメクタイトの産状観察

薄片試料の偏光顕微鏡観察から、①アルカリ環境下でのハルツバーサイト起源の碎屑性堆積物では基質部にスメクタイト（3 八面体型のサポナイト）が多くみられ、コロフォーム状の成長がみられる特徴的な構造をもつ C-S-H との共生関係が確認できる（図 1）。この C-S-H との共存状態を示すスメクタイトはアルカリ地下水環境下で沈殿した非晶質物質からの新たなスメクタイトの形成を示唆するものである。

EPMA による観察結果から、碎屑性堆積物中のスメクタイトは Fe、Mg に富むサポナイト、ノントロナイト（2 八面体型）、スチーブンサイト（3 八面体型）組成のものが多い。①や②アルカリ環境下の降下火山灰堆積物の観察結果から、アルカリ環境では主として Fe-rich、Mg-rich であるサポナイトが生成している。③風化環境下の蛇紋岩碎屑性堆積物の観察結果から、風化環境ではノントロナイトが多くみられる。一方、アルカリ環境下ではサポナイトのリム（反応縁）にノントロナイトが生成している産状が見られる。

3. アルカリ変質プロセス

スメクタイトの産状観察の結果から、アルカリ地下水環境下でのスメクタイトの形成環境と変質反応プロセスについて以下のようにまとめられる。

高アルカリ地下水との相互作用により、苦鉄質鉱

物等から溶解した Mg、Fe、Si と高アルカリ地下水中の Ca によって、スメクタイトの前駆体となる M-(F)-S-H と C-S-H が沈殿する。この前駆体の M-S-H から、(Mg) サポナイト、鉄サポナイト、スチーブンサイト等の 3 八面体型のスメクタイトが生成し、さらに、Fe-rich の 3 八面体型スメクタイトの周囲では、より安定なノントロナイトが生成する。Al-rich な降下火山灰堆積物でも、アルカリ環境下で主としてサポナイト（一部 2 八面体型のバイデライト）が生成する。

このようなスメクタイトは高アルカリ環境で長期にわたり安定に存在する。また、Narra 地区でのアルカリ溶液から鉄を含むスメクタイトが生成するプロセスは、ルソン島 Saile 鉱山のナチュラルアナログの変質プロセスと共通しており、ベントナイトーアルカリ相互作用でもアルカリによるスメクタイトの生成とそれによるクロッキングが生じる可能性は高い。このような変質プロセスから、ベントナイトの長期健全性が期待できる。

なお、本発表は経済産業省資源エネルギー庁の「平成 29 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発）」により実施した研究成果の一部である。

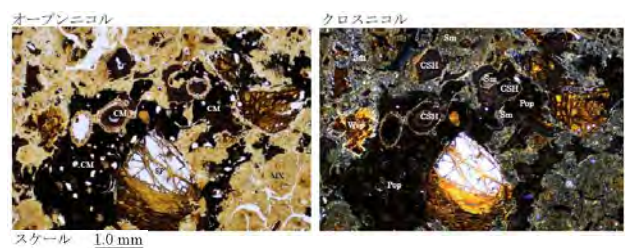


図 1 C-S-H と共生するスメクタイトの偏光顕微鏡写真

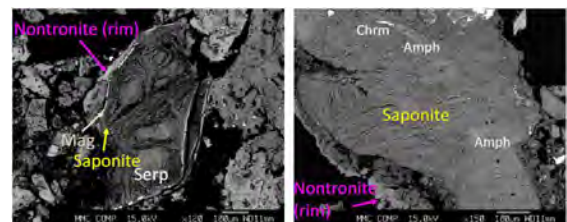


図 2 アルカリ環境下でサポナイトのリムに生成するノントロナイトの EPMA 反射電子像（左：①、右：②）