



原子力発電

天然事象の調査により放射性廃棄物処分における人工バリア材料の長期変質挙動を評価

● 人工バリア材料に係る性能評価の信頼性向上に貢献

人工バリア

埋設された廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出を防止するために設置する人工構築物。

粘土系材料の変質

構成鉱物の溶解と新たな鉱物(二次鉱物)の生成。

二次鉱物

岩石などが変質することにより、新たに生成した鉱物。

超塩基性岩

鉄やマグネシウムに富む岩石。

膨潤性

溶液を吸収して体積を増す粘土鉱物等の性質。

背景

放射性廃棄物処分では、人工バリア材料として粘土系材料やセメント系材料が用いられます。それらの材料のバリア性能評価では、セメント系材料の隙間に存在するアルカリ性の溶液(アルカリ環境)に起因した粘土系材料の変質と長期間(例えば、数千年)にわたる性能変化を予測する必要があります。放射性廃棄物処分施設における人工バリアで生じる化学反応と類似する天然の反応を調べる研究をナチュラルアナログ研究(NA研究)といい、室内実験に比べて長期の事象を予測できる利点を有することから、その知見は人工バリア材料の性能評価における信頼性向上に寄与することが期待されています。当所では、二次鉱物の生成環境に着目したNA研究を活用し、放射性廃棄物処分施設における人工バリア材料のアルカリ環境下での変質により生じる二次鉱物の長期変遷の解明を進めています。

成果の概要

◇二次鉱物種やその生成環境に関する約15,000年間の変遷を解明

岩石性状のデータベースに基づき選定したフィリピン ナラ地区において、セメント系材料の隙間水組成に類似したアルカリ性の地下水と岩石(超塩基性岩)からの堆積物とが反応していることを発見しました(図1)。堆積物の堆積年代は深度に応じて異なることを踏まえ、複数の深度の試料を分析することにより、二次鉱物種やその生成環境に関する約15,000年間の変遷を明らかにしました。加えて、二次鉱物の一つとして珍しい粘土鉱物を発見し(図2)、これが人工バリア材料の変質過程でも生成する可能性を示しました。

◇放射性廃棄物処分施設における人工バリア材料の変質で生じる二次鉱物の長期変遷を解明

セメント系材料の隙間水の経時的なpHの変化や、隙間水の粘土系材料中への空間的な広がりを考慮することで、処分施設の人工バリア材料に想定される環境は、天然で見ついている複数のアルカリ環境と類似していることがわかりました。また、この類似性をもとに、天然のアルカリ環境で生じた二次鉱物を分類することにより、人工バリア材料において生成しうる二次鉱物種やその長期変遷を明らかにしました。

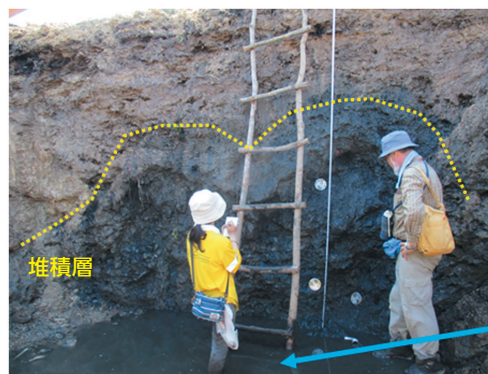


図1 ナラ地区の調査地



新橋 美里(しんばし みさと)
サステナブルシステム研究本部 地質・地下環境研究部門

グローブボックス 二酸化炭素フリーの雰囲気により、アルカリ環境を維持した条件での実験が可能です。

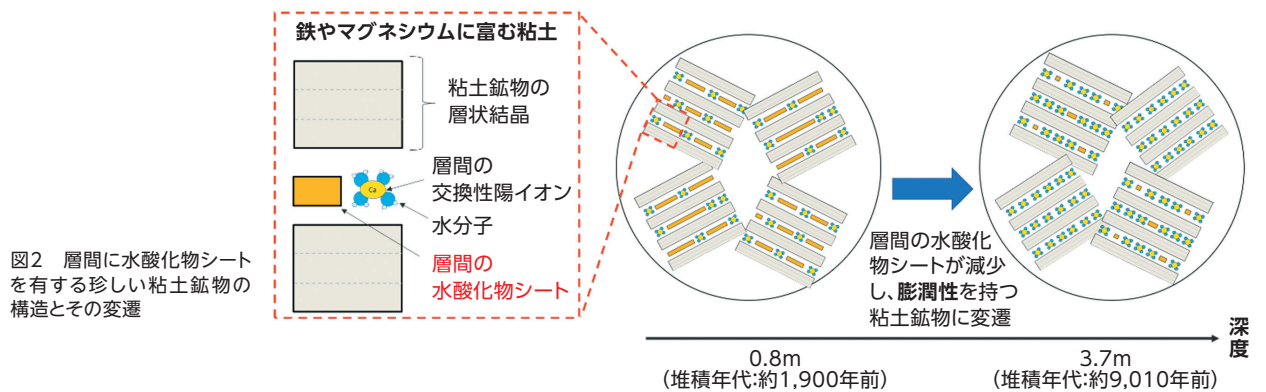


図2 層間に水酸化物シートを有する珍しい粘土鉱物の構造とその変遷

成果の活用先・事例

千年を超える二次鉱物の変遷に関わる観測事実に基づく知見は、処分施設における人工バリア材料の長期変質挙動評価に活用されます。また、科学的根拠に基づく合理的な人工バリア材料の性能評価を可能とし、処分施設建設に関わるコストの低減への寄与が期待されます。

参考 Shimbashi et al., Minerals, Vol.10(8), p.719 (2020)
Shimbashi et al., Clays and Clay Minerals, Vol.70(4), p.492 (2022)
Shimbashi et al., Clays and Clay Minerals (in press)