

放射性廃棄物地層処分に対する超長期の安全評価への反映を目的とした風化帯に関する情報の整理 An approach to establish information basis of Weathered zone for the Safety Assessment to HLW Disposal over long-term.

注連本 英典^{1*}; 若杉 圭一郎²; 柴田 雅博²; 山口 正秋²
SHIMEMOTO, Hidenori^{1*}; WAKASUGI, Keiichiro²; SHIBATA, Masahiro²; YAMAGUCHI, Masaaki²

¹ 日本原子力研究開発機構 *現所属:三菱マテリアルテクノ株式会社, ² 日本原子力研究開発機構
¹Japan Atomic Energy Agency (*Present position: Mitsubishi Materials Techno Corporation), ²Japan Atomic Energy Agency

1. はじめに

放射性廃棄物の安全評価では、超長期の地質環境条件の変遷を考慮する必要がある。継続的な隆起・侵食作用によって長期間のうちに処分場が地表に近接するようなシナリオに対しては、地下浅部の環境に基づいて核種移行の評価を行う必要がある。一般に、地下深部は還元環境で遅い地下水流速が期待されるのに対し、地下浅部では風化作用により酸化的環境が形成され、水理特性、化学条件等について地下深部とは異なることが考えられる。そこで、本研究では、超長期の地層処分システムの安全評価における環境条件の設定に資するため、既存文献の調査により、風化帯についての情報の整理を行った。

2. 手法

本研究では、風化帯に関する情報を文献調査により収集し、下記の項目について整理を行った。調査は「風化」をキーワードとするインターネット検索を行い、公開論文、学会講演資料等を収集した。調査で着目した点は、核種移行評価モデルを構築するための前提となる場の状態設定に資する観点から、以下のとおりである。

- ①風化帯の厚さ
- ②風化帯の地形との関係
- ③風化帯の地質環境条件(水理、化学環境条件(特に酸化還元条件)等)

また、これらが、岩種、地形、あるいは履歴などによって分類が可能でそれぞれに異なる特徴を持つかについても、検討を試みた。

3. 調査結果

①: 本集計における風化帯の厚さは、最大 150m に及ぶ。10m ごとの頻度分布では、母集団が少ないものの(N=37)、60m までの範囲に 33 箇所が含まれている。80~100m に見られる 3 箇所は花崗岩の事例で、温暖~冷温の湿潤な気候下で形成された風化と地殻変動に伴う岩盤の破碎作用が風化に関係するものがある(木宮,1975; 稲井・黒田,1968)。140~150m の事例はカルデラ内の溶岩や火砕流堆積物(火山岩類)で、長期間継続した常温風化と熱水変質等の高温酸化によるもの(横田ほか,2003)と考えられている。

堆積岩では、赤石山地の褶曲作用を受けた砂岩や頁岩において風化殻の厚さが 100m に及んでいる報告もある(徳山(1986)、具体的な場所不明のため本集計には含まれない)。

②: 風化帯と地形との関係を検討した結果、互いが平行(調和的)、風化帯が地形に無関係に水平、地形に斜行、地形に対し不規則、の4パターンに類型化した。各パターンの形成因子は、風化プロセス、隆起・侵食による影響、気候、岩種などであり、パターンにより形成因子の組み合わせや、個々の形成因子が及ぼす影響の度合いが異なる。

例えば、“地形に無関係に水平”は深層風化に強く依存し、風化帯形成時の気候、その後の穏やかな隆起・侵食、などが主な形成因子である。なお深層風化は、地形的には小起伏面あるいは準平原であることが多いとされる(木宮, 1981)。

③: 風化帯内部の地質環境条件は、地層岩石の引張強度や空隙率などの物性について比較的情報が得られる反面、酸化還元電位や透水性についての情報は限られている。

千木良(1988)は第四系泥岩の風化において、黄鉄鉱の溶解などにより pH が低下する溶解帯の上部が酸化帯であり、酸化フロントが地下水面付近にあることを報告するとともに、酸化フロント等と風化の進行との関係について推論している。

大山ほか(2009)は、六カ所サイトの試験空洞周辺の軽石凝灰岩や凝灰岩中の酸化還元電位を原位置で計測し、酸化帯(褐色部)で+400~+600mV、還元帯(灰色部)で+200mV 以下の値を報告した。

泥岩や泥質片岩の風化帯透水性は、透水係数等の直接的な情報が極めて少ないが、間隙率について報告事例がある(千木良,1988; 山崎・千木良,2008)。泥岩の例(千木良,1988)では、酸化帯で最も大きな値を示した後、溶解帯との境界下

HCG36-04

会場:411

時間:4月29日 16:15-16:30

部から減少して、新鮮岩帯で収束する傾向を示す。

花崗岩の風化帯透水性についても直接的な情報は少ないが、空隙率は風化部から地表に向かい漸移的に変化(増加)する傾向が報告されている(鈴木,1977)。

花崗岩の地下水質が地表から地下に向かい弱酸性から弱アルカリ性に変化する傾向は、既知(金井ほか,1998;JNC,1999)のとおりであるが、風化帯との対応は確認できなかった。

4. まとめおよび課題

わが国の風化帯の特徴や履歴、地形との関係について、関連する文献の調査を通じて、風化帯の厚さを整理すると共に、風化帯と地形との関係を類型化した。また、類型化したパターンと、風化帯の履歴(風化プロセスやその隆起・侵食や地形変化との関係)、風化帯の形成条件(気候、地下水に関する条件、岩種など)、現れる特徴(地形、風化帯の拡がり)等の関係について、表形式での整理を検討した。

本検討は、地層処分の安全評価に必要となる風化帯の状態設定のための基盤情報の整備を目的としているが、今後は現在の風化帯の情報に加えて、長期の時間変遷による風化帯の形状や地質環境条件の変化についての継続的な調査と、時間軸を考慮した条件変化のパターンの検討が必要である。

キーワード: 地層処分, 超長期, 安全評価, 風化帯, 地形, 地質環境条件

Keywords: HLW, Long-term, Safety Assessment, Weathered Zone, Landform, Geological Environmental Conditions