

東濃地科学センターにおける深地層の科学的研究の現状 — 超深地層研究所計画を中心として —

核燃料サイクル開発機構
東濃地科学センター
副所長 武田 精悦

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)東濃地科学センターでは、国の計画・方針にしたがい、地層処分技術に関する研究開発として、地層処分研究開発の基盤となる深地層の科学的研究(以下、地層科学研究)を進めている。このうち、超深地層研究所計画は、原子力長期計画に示された深地層の研究施設計画のひとつとして結晶質岩を対象に岐阜県瑞浪市において進めているものである。本計画は平成 8 年度より開始し、平成 14 年には瑞浪超深地層研究所の建設に着工した。平成 15 年には研究坑道の掘削を開始している。本稿では、超深地層研究所計画を中心に、東濃地科学センターにおける地層科学研究の現状について報告する。

2. 研究の課題

「第2次取りまとめ」(サイクル機構, 1999)以降における地層処分技術に関する研究開発の課題については、「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価」(原子力委員会, 2000)や「高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について(第1次報告)」(原子力安全委員会, 2000)において、重要な項目が示された。これら国の報告書で示された課題を踏まえ、東濃地科学センターにおいては、地質環境特性に関する研究、地質環境の長期安定性に関する研究、深地層における工学技術の基礎の開発およびナチュラルアナログ研究という4つの研究課題を設定している。東濃地科学センターでは、これらの研究課題に対して、超深地層研究所計画、広域地下水流動研究、東濃鉦山における調査試験研究、地質環境の長期安定性に関する研究、という4つのプロジェクトとして取り組んでいる。

3. 研究の現状

東濃地科学センターが進めている地層科学研究のうち、超深地層研究所計画、広域地下水流動研究、東濃鉦山における調査試験研究の3プロジェクトは、地下深部の岩盤とそこに含まれる地下水の性質やそこで起こっている現象を理解しながら、その調査・評価のために必要な技術を開発整備していくことを主な目的として、東濃地域を対象に実施している。この地域の地質は、結晶質岩である花崗岩と、それを覆う上位の新第三紀の堆積岩から成る。堆積岩の厚さは最大 200 m 程度であり、また、月吉断層と呼ばれる長さ約 7 km の逆断層である地質断層が分布する。

一方、地質環境の長期安定性に関する研究は、わが国における地震や火山活動等の天然現象の特徴とそれによる地質環境への影響を把握することや、そのための調査技術・評価手法を開発することを目的に、全国を視野に入れて実施している。

1) 超深地層研究所計画

(1) 計画の概要

超深地層研究所計画では、深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備および深地層における工学的技術の基盤の整備を目標とする(サイクル機構, 2002)。前者の目標を達成するため、地質環境を調査・予測・検証する一連のアプローチを繰り返すことにより、地上や地下から、地質環境を調査・解析・評価する手法の有効性を確認していく。後者の目標に向けては、研究坑道の掘削に伴う地質環境の変化に着目し、深地層での掘削に関わる技術を適用していく。そのため、全体計画を3段階(第1段階:地表からの調査予測研究段階, 第2段階:研究坑道の掘削を伴う研究段

階、第3段階:研究坑道を利用した研究段階)に分け、全体を約20年間かけて実施する計画である。研究施設は広く公開し、地下深部についての学術的な研究の場、あるいは深部地質環境や地層処分の研究開発に対する国民の理解を深める場としても寄与する。

本計画では平成8年度より岐阜県瑞浪市明世町のサイクル機構が所有する用地(正馬様用地)において、第1段階として地表からの調査研究を行ってきた。平成14年1月に、瑞浪市と、正馬様用地の約2km東方に位置する同じ明世町内にある広さ約7.8haの市有地(研究所用地)の賃貸借契約を締結し、研究坑道などの設置場所を研究所用地に変更することとした。現在、正馬様用地での研究や広域地下水流動研究の成果を活用し、研究所用地において第1段階の調査研究を継続している。また、第2段階の調査研究として研究坑道の掘削を進めている。

(2) 現状と主な成果

研究所用地では、深さ100~180m程度までは堆積岩、その下位には花崗岩が分布する。第1段階の調査研究として、平成14年度までに地上物理探査や、深度100~200m程度までの4孔の試錐調査(MSB-1~4号孔)を終了し、深層試錐調査(MIZ-1号孔;予定掘削長1,350m)を実施しているところである。また、調査結果をもとに地質環境モデルを作成してきている。第2段階の調査研究では、平成14年7月に研究所用地の造成工事に着手し、平成15年7月には研究坑道の掘削を開始した。

① 研究のアプローチ

地質環境の調査研究を進めるには、対象とする地域の空間スケール概念が重要である。本計画における地上からの調査研究段階である第1段階はサイトスケールとし、解析対象面積を数平方キロメートル程度と想定している。

本計画の目的は、結晶質岩からなる地域を対象とした合理的な調査手法を確立していくことである。そのためにはどのような調査をどの程度行くと、どの程度地下の地質環境の理解が進むかについての情報が必要である。すなわち、調査の進展と、地質環境の理解の程度を示す手段である地質環境モデルの変遷との関係を知ることが上の目標を達成する上で重要である。その両者の関係を知るため、調査-モデル構築-解析結果の評価-さらに次の調査とモデル改良へ、という一連の繰り返しアプローチを採用している。これにより、各調査の流れの中で、有効性・合理性・効率性などの点において、どの調査手法を選択すべきかの情報を取得することが可能となる。そして、調査結果の品質や地質環境の理解における不確実性の評価などを考慮し、調査手法の体系を構築し、統合化データフローとして取りまとめていく。

② 第1段階の調査研究

研究所用地における繰り返しアプローチに基づく主な調査として、地上物理探査(ステップ1)、浅層試錐調査(同2)、深層試錐調査(同3)、トモグラフィ調査・孔間水理試験(同4)の4つのステップがあり、各ステップにおいては、地質環境モデルとして地質構造、地下水流動、地下水地球化学、岩盤力学の各モデルの構築を進めている。現在、深層試錐調査(MIZ-1号孔)を実施中である。これはステップ2までの調査で推定された断層の存在を確認することを主な目的としている。

これまでに、地質構造としては、「上部割れ目帯」のほかに、「下部割れ目低密度帯」が区分されること、地下水流動解析結果からは、北北西系の断層の性質が地下水の流れに大きな影響を与えること、また、地下水の水質としてNa-HCO₃型とNa-Cl型の両タイプが存在することなどが明らかにされた。また、各ステップにおいて地質環境モデルの作成・更新を行い、用いられた各調査手法の妥当性などについても検討を進めている。

③ 第2段階の調査研究

第2段階における深地層の工学技術に関する研究については、国内外の先行事例やこれまでに得られた深部地質環境に関する情報をもとに研究坑道の設計や施工計画の検討を進めた。設計では、研究坑道のレイアウトの他、耐震設計や通気解析に基づく設備設計と火災時対策についても検

討した。施工においては、立坑掘削をショートステップ工法とし、計測工としては岩盤変位計測や覆工コンクリートの応力測定などを実施するとともに、突発湧水や山はねの対策としてはグラウトなどの止水工法の採用や AE 計測などを予定している。平成 15 年開始した研究坑道の掘削は、現在、深度約 10 m までの工事(坑口上部工)を完了し、坑口下部工着手への準備を行っているところである。

2) 広域地下水流動研究

広域地下水流動研究では、現在、深度 1,000 m の深層試錐調査(2 孔)を実施中であり、平成 16 年度に現地作業を終了する予定である。今後は、広域的な地下水の経年変化などを把握するためのモニタリング観測を継続するとともに、本研究と超深地層研究所計画の研究成果を相互に活用し、広い領域から研究坑道を展開する瑞浪超深地層研究所用地までの各空間スケールを対象とした一連の調査データ・調査手法として取りまとめていく。

3) 東濃鉱山における調査試験研究

東濃鉱山における調査試験研究は、堆積岩の下部にあるウラン鉱床に掘削された既存の地下坑道を利用して、昭和 61 年度に開始した。深度約 150 m までの堆積岩が主な研究対象である。ウラン鉱床が存在し、さらにそれを断層が横切るという特徴を活かし、物質の移行・遅延現象に着目したナチュラアナログ研究や、坑道周辺の地質環境を総合的に調べるための技術の整備を進めてきた。現在、これまでに得られた成果を今後の深地層の研究施設における研究などへ反映すべく取りまとめを進めている。

4) 地質環境の長期安定性に関する研究

地質環境の長期安定性に関する研究では、「第 2 次取りまとめ」以降、実施主体による概要調査地区等の選定や国による安全審査基準・指針等の策定等のための技術基盤としての反映を念頭に置き、①実際の地質環境に適用できる調査技術の開発(調査技術の開発・体系化)、②地殻変動・火成活動等に伴う地質環境の長期的変動を評価するための手法の開発(長期予測・影響評価モデルの開発)のほか、③これらの開発の基盤となるそれぞれの現象のプロセスに関わる最新の学術的知見や工学技術に関する基盤情報の整備(情報基盤の整備)を図っている。

4. おわりに

東濃地科学センターにおいては、今後も国内外の研究機関との連携をはかり、また、大学等の専門家の協力を得つつ、原子力長期計画等で求められている地層科学研究を着実に、かつ効率的に進めていく。研究開発業務の透明性を確保する観点からは、研究計画の策定段階から成果までの情報を積極的に公表し、瑞浪超深地層研究所についても広く公開していく。また、地下深部についての学術的な研究の場、学習の場、国民の理解を深める場としても寄与していく方針である。

参考文献

原子力安全委員会(2000):高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について(第1次報告)。

原子力委員会(2000):我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価。

核燃料サイクル開発機構(1999):わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—, サイクル機構技術資料, JNC TN1410 99-020~024.

核燃料サイクル開発機構(2002):超深地層研究所地層科学研究基本計画, サイクル機構技術資料, JNC TN7410 2001-018.