

幌延深地層研究計画の現状

核燃料サイクル開発機構
幌延深地層研究センター
副所長 山崎 眞一

1. はじめに

幌延深地層研究計画は、核燃料サイクル機構(以下、サイクル機構)が進めている深地層の研究施設計画の一つであり、新第三紀の堆積岩を対象とした研究計画である。

本研究計画では、地層処分技術の信頼性向上に向けて、「幌延を例とした地表から地下深部までの具体的な地質環境の提示」、その裏返しとしての地質環境調査技術や地層処分の工学技術、安全評価手法と言う「地層処分技術の実際の地質環境への適用による信頼性の確認」を技術目標に掲げている。また、一般の人たちを含めて多くの人たちに地下深部に入ってもらい、「深地層を実際に体験できる場として整備」することを社会的な目標に掲げている。

本研究の成果は、東濃地科学センターにおける地層科学研究の成果とともに、東海事業所で実施している地層処分研究開発、あるいは国際共同研究の成果と合わせて、実施主体が行う処分事業、国が行う安全規制等に反映される。

2. 計画の概要

幌延深地層研究計画は、調査研究の開始から終了まで 20 年程度の計画とし、「地上からの調査研究段階(第 1 段階)」、「坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究段階(第 2 段階)」、「地下施設での調査研究段階(第 3 段階)」の 3 つの段階に分けて実施する。地下施設は深度 500m 程度および地表との中間程度の深度に試験坑道を展開する計画である。幌延深地層研究計画における地層処分技術に関する研究開発として、深地層の科学的研究(以下、地層科学研究)と地層処分研究開発を実施している。地層科学研究としては、地質環境調査技術開発、地質環境モニタリング技術開発、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的技術の基礎の開発の 4 課題を、地層処分研究開発としては、処分技術の信頼性向上、安全評価手法の高度化の 2 課題を設定している。

3. 経緯

平成 10 年 12 月にサイクル機構から北海道および幌延町に「深地層研究所(仮称)計画」を申し入れ、主に北海道による検討を経て、平成 12 年 10 月に受け入れが表明され、11 月に北海道、幌延町、サイクル機構の間で「幌延町における深地層の研究に関する協定」を締結し、計画が発足した。これに引き続き、平成 13 年 4 月には幌延深地層研究センターを開設、拠点を構えての調査研究に着手した。平成 14 年 7 月には平成 13 年度の地上からの調査結果等に基づき、今後の調査研究の主対象領域である研究所設置地区を幌延町北部の北進地区に選定した。これに引き続き平成 15 年 3 月には研究所設置地区内において、地上/地下施設を建設するための用地を取得し、平成 15 年度に第 I 期の造成工事を行った。

なお、上述の幌延町における深地層の研究に関する協定では、「研究実施区域に放射性廃棄物を持ち込むことや使用することはない」、「深地層研究所を放射性廃棄物の最終処分を行う実施主体へ譲渡、貸与しない」、「研究終了後は地上の施設を閉鎖し、地下施設を埋め戻す」、「研究実施区域を将来とも放射性廃棄物の最終処分場とせず、幌延町にガラス固化体の中間貯蔵施設を将来とも設置しない」ことを約束している。

造成工事にあたっては、動植物への影響を調査評価し、必要な保全措置(エゾサンショウウオの卵塊の移設、ハイドジョウツナギの移植)を講じ、また、埋蔵文化財の存否の確認のための発掘調査を行った上で着工している。

今後の地下施設の建設スケジュールは、平成 16、17 年度の第 II、III 期の造成工事に引き続き、

平成 17 年度に立坑の坑口の整備を行い、平成 18 年度より本格掘削を開始し、平成 22 年度には完成の予定である。

4. 地質環境の特徴

幌延町は天塩堆積盆の東端部に位置し、幌延町の東縁部には白亜系の蝦夷層群や中生代の地層と中生代末に主に形成されたと推定される神居古潭帯に属する変成岩類、堆積性・構造的メランジェ(蛇紋岩等)が南北方向に分布する。それに対し幌延町の西部は、先新第三紀の地層を基盤岩とし、それらを中期中新世以降に堆積した新第三紀の地層(宗谷夾炭層、増幌層、稚内層、声間層)が不整合で覆う(保柳ほか、1986)。また、ほぼ南北方向の褶曲構造や断層構造が発達し、活断層、とう曲、傾動等の第四紀の新しい活構造も認められる。地下施設は稚内層および声間層中に建設するが、研究所設置地区の南西部には、砂質泥岩～泥質砂岩からなる勇知層が稚内層および声間層の上位に分布する。研究対象とする新第三紀の堆積岩は岩盤力学的には軟岩に分類され、水理学的には多孔質媒体に区分される。その地下水として「塩水系の地下水」と「淡水系の地下水」が存在すること及び、地下水には溶存ガスが存在することを確認しており、幌延深地層研究計画では、このような地質環境の特徴に着目して研究を進めている。

なお、これらの特徴は、東濃地科学センターで進めている超深地層研究所計画が、花崗岩を対象とし、硬岩、割れ目系媒体、淡水系地下水であることと対照をなしている。

5. 調査研究の進捗状況

平成 13 年に地上からの調査に着手し、これまでに地質調査、物理探査、表層水理調査、試錐調査を行ってきた。その過程で、例えば、水理試験機にガス存在対応として、ガス/水 2 相状態で揚水可能なポンプ、ガス/水分離槽の改良、定方位コア取得手法等の新たな調査手法の導入等、具体的に調査手法に工夫を加え、また、堆積岩中に掘削した試錐孔は自立性が低いことから、試錐孔を用いた試験に加え、試錐コアからの地下水の抽出等の試錐コアを用いた試験を組み合わせ、ガスが存在する軟岩である泥岩中の地質環境データを取得してきている。

平成 15 年度においては、研究所設置地区およびその周辺を主対象に、3 本の深層試錐調査、物理探査、地質調査、表層水理調査を実施した。これらの調査により、研究の対象としての地質環境の特徴が理解されつつある(サイクル機構、2003)。

地層は極めて単調な珪藻質の泥岩であり、上位の声間層では珪藻遺骸が良く保存されているが、続成変質の進んだ稚内層では一般に形をとどめない。調査地域には大曲断層が分布していると考えられているが、これまでの地表踏査や物理探査、試錐調査ではその位置や特徴を特定できていない。これら泥岩はこの時代(新第三紀)の泥岩として一般的な岩盤力学強度を有しているがその異方性は大きい。地下水水質については、浅部は淡水系の地下水、深部は塩水系の地下水が存在するが部分的には比較的深部まで地表水の浸透が確認されている。また、地下水は試錐孔の位置や深度により特徴的な水素/酸素同位体比分布を示す。地下水にはメタンを主体とし、一般的に二酸化炭素を伴うガスが溶存している。これら泥岩は割れ目が発達している区間においても一般に低い透水性を示すが、部分的にはこれらより 4 桁以上高い透水性を示す区間があること、また、局部的ではあるが非常に高い水圧を有する被圧地下水が存在することが確認されている。これらの知見については、色々な面から整合的に説明できることがその信頼性を高めるために重要となる。これまでに、例えば、地層の比抵抗分布が岩芯から抽出した間隙水の水質分布と矛盾がないといった検討を進めている。

地質環境モニタリング技術の開発では、これまでに掘削した試錐孔へ順次長期モニタリング機器の設置を行い、地下水の圧力計測を実施中である。各区間の設置当初の圧力は水頭換算で 0～+20m 程度であるが、一部区間で低い水頭値を示す。

地質環境の長期安定性に関する研究では、地震計、地殻変動観測用の GPS 観測機器、電磁探査機器を設置して観測を継続実施中である。地震観測では、地下深部が地表に比較して揺れが小

さいことを示す実証的なデータが蓄積されているが、一方で、宮城県北部地震や十勝沖地震のような遠方の地震では、地表、地下での揺れがほとんど変わらないという興味深いデータも取得されている。この他、海成の段丘堆積物の分布から海岸線などの古地形の変遷を明らかにすることを試みている。

深地層における工学的技術の基礎の開発では、選定した研究所設置地区を対象として地下施設の基本レイアウト、基本的な施工計画を検討してきている。平成 17 年度の坑口整備に向けて、平成 15 年度には地下施設の基本設計、平成 16 年度には実施設計を行うこととしている。

処分技術の信頼性向上では、人工バリアの搬送定置や支保工材料、坑道閉鎖、周辺岩盤を含む人工バリアの長期挙動に関して、第 2 段階以降に地下施設で行う試験計画(目的、内容、レイアウト等)の検討を進めている。併せて、計画の具体化のために、低アルカリ性コンクリート材料の施工性等に関する室内試験を実施しているほか、地下施設深部で遭遇する塩水系地下水環境における緩衝材の力学的特性を把握するため、幌延の試錐孔から採取した実際の地下水等を用いた室内試験を実施することとしている。また、第2次取りまとめで示した人工バリア設計手法の実際の地質環境への適用性を検討する観点から、幌延の地質環境データを用いた人工バリアの試設計に関する検討等を行っている。

安全評価手法の高度化では、研究所設置地区及びその周辺地区について、文献情報や試錐調査等から得られるデータを用いて、取得データの安全評価への取り込み方法や取得データが増えることによる解析結果への効果、その不確実性の変化等について確認し、安全評価において扱うべき重要な地質環境データの項目や現象の整理ならびにデータに求められる量や精度等を明らかにするための研究課題の整理を行っている。また、幌延の試錐コアのうちで割れ目を含むコアを用いた水理/トレーサ試験のほか、試錐コアを用いた核種の収着試験を実施している。

6. おわりに

幌延深地層研究計画における深地層での研究を通じて得られた成果としての技術や知見は、処分事業の推進や国が進める安全基準等の具体化に反映するとともに、多くの人々に深地層やそこで行われる研究を実際に見て体験して頂くことにより、深地層の環境や地層処分について理解を深める場としての整備を進めていく。また、研究を進めるにあたっては、広く国内外の機関の参加と協力を得ながら、開かれた研究を推進する。

参考文献

- 保柳康一、宮坂省吾、渡辺 寧、木村 学、松井 愈(1986):衝突帯のタービダイト相形成とテクトニクス-中新世・中央北海道の例-, 地団研専報 31, pp.265-284.
- 核燃料サイクル開発機構(2003):平成 15 年度地層科学研究情報・意見交換会一要旨集一, サイクル機構技術資料, JNC TN7410 2003-002.