

高レベル放射性廃棄物処分

背景・目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、地下深部での地質・岩盤・地下水特性評価を踏まえた上で、地下施設の長期健全性の確保および人工バリア・天然バリアによる核種の超長期移行抑制機能が求められる。

本課題では、安全かつ合理的な処分事業の実現に向けて、処分地選定調査のうち、文献調査に基づいて選定された地区の概要調査、さらにその後必要となる精密調査における要素技術の開発や技術の体系化を進める。

主な成果

1. サイト選定の調査技術・評価手法の体系化と実証

概要調査の合理的かつ効率的な実施に向けて、仮想サイトでの模擬検討結果やこれまでの調査事例に基づき、概要調査の調査・評価フローを提案した。また、本フローに沿って机上で模擬調査を実施し、概要調査において考慮すべき事項を概ね評価できることを確認した[N11]。また原子力発電環境整備機構(NUMO)との共同研究で、当研究所横須賀地区において、本フローに沿った原位置での地表調査やボーリング調査(図 1)を行い、これらの技術の適用性を確認した。これらの成果は NUMO が進める概要調査の計画立案等に役立てられている。

2. サイト選定調査のための先端的な要素技術の開発

概要調査と精密調査で重要と考えられる以下の要素技術の開発・高度化を進めた。

① 100 万年オーダーの地下水年代測定技術: 指標となる ^{36}Cl を地下水試料から簡便に抽出する前処理方法を開発し[N09028]、 ^4He を指標とする手法と併せて北海道幌延サイトに適用し、同地点の地下水が堆積岩の堆積年代(百万～数百万年)とほぼ同等の古さであることを明らかにした(図 2)[N09027]。② 方向性を制御できるコントロールボーリング掘削、調査技術: 幌延サイトにおいて 800～900m の水平掘削と調査ができることを日本で初めて実証した[N03]。③ 地化学環境への微生物影響評価: 日本原子力研究開発機構(JAEA)受託研究として、幌延サイトの岩石・地下水試料(微生物を含む)を用いて室内試験を行い、酸化還元電位の低下には微生物反応が大きく関与していることを明らかにした(図 3)。④ 処分場周辺の長期力学挙動解明: 世界に類を見ない処分孔周辺の模型を搭載できる遠心載荷岩盤実験装置を新たに開発・設置し、超長期力学挙動の模型加速実験を開始した(図 4)。数千年後の岩盤変形等の評価が数ヶ月の短期間で可能となる。

以上の研究成果は、概要調査や精密調査を考慮した NUMO の概要計画や技術報告書に反映されている。なお、コントロールボーリングおよび地下水年代測定は経産省受託研究として、またそれらの幌延サイトでの検討は JAEA との共同研究として実施した。

その他の報告書 [N09016] [N09020] [N09026]

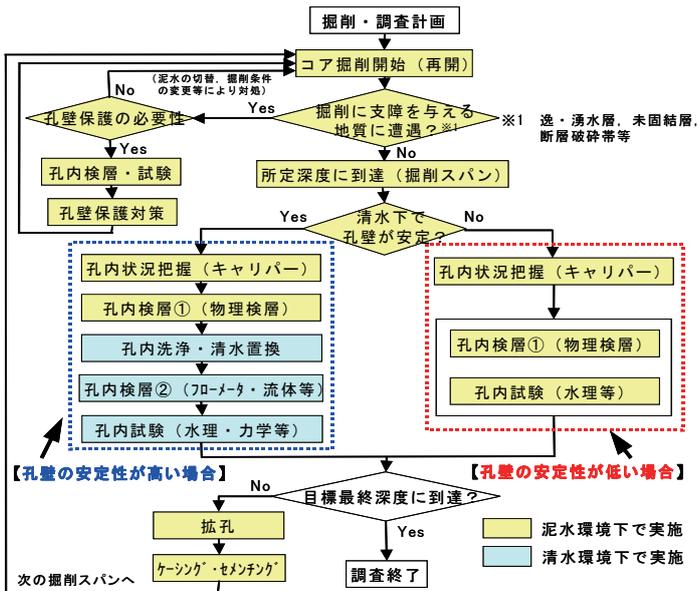


図1 提案した概要調査における掘削・調査手順
 当研究所が提案した概要調査の調査・評価フローに沿って現地において掘削・調査を行い、フローの適用性を確認すると共に、地質・岩盤性状に応じて適用可能な掘削・調査手順を提案した。

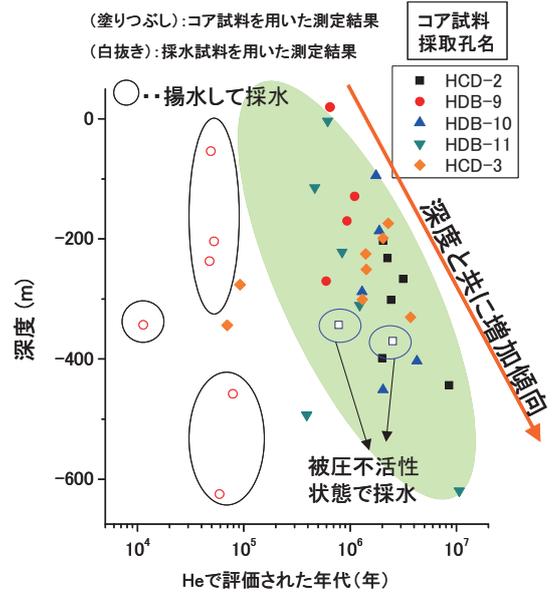


図2 地下水年代測定結果(深度とHe年代)
 He濃度と蓄積速度から算出された地下水年代は幌延サイトの稚内層の堆積年代(百万～数百万年)とほぼ一致した年代を示した。これにより、地下水はほとんど動いていないと推定できる。

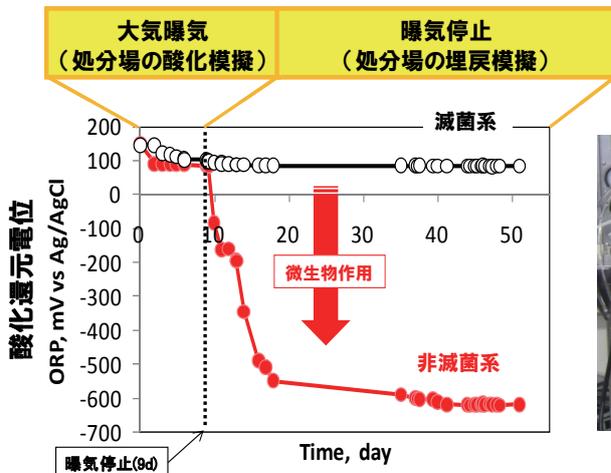


図3 幌延試料を用いた酸化還元模擬試験
 JAEA 幌延深地層研究所(深度約140m)において採取した堆積岩および地下水試料を用いて処分環境変化を模擬した室内試験(ジャーファーマンター試験:写真)を行い、酸化還元電位の低下には微生物反応が大きく寄与していることを明らかにした。

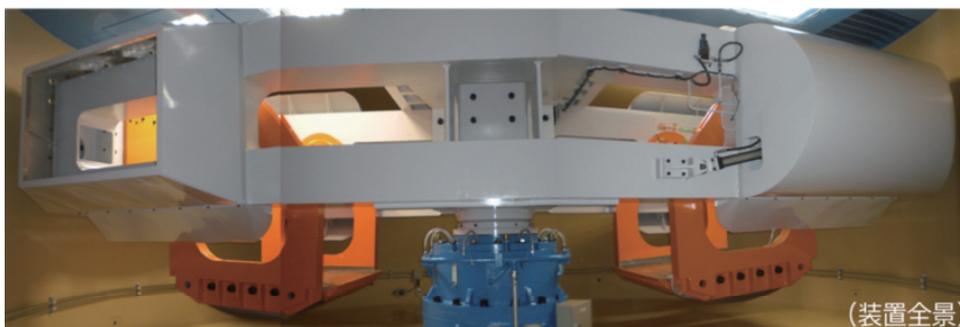


図4 超長期遠心载荷岩盤実験装置の全景
 熱・水・応力条件を制御した1/30スケールの処分孔周辺の模型実験を開始した。本装置は最大6ヶ月間、100Gの遠心加速度を付与でき、数ヶ月の実験で数千年に相当する力学的挙動を評価することが可能である。