

動き出した幌延地圏環境研究所

幌延地圏環境研究所・所長 石島 洋二

1. はじめに

岩盤の研究にとってサイトの存在は不可欠であるが、昨今は相次ぐ鉱山の閉鎖や大型ダム建設現場の激減などで、サイトが極端に不足し、その傾向に歯止めがかからないのが現状である。こういった中で、北海道の西天北地方に位置する幌延町の北進地区において、核燃料サイクル開発機構が平成17年度から地下研究施設の建設を始めるというニュースは朗報である。この施設は、平地に設けられ、地下500mまでの範囲に立坑・坑道を展開するもので、以下に述べるように、深地層研究のサイトとして高い価値を持っている。

核燃料サイクル開発機構は、ここで放射性廃棄物の地層処分の研究を行う。折角の貴重な地下施設であるので、これ以外の目的にも使いたいところであるが、幸い、この望みは叶えられることになった。すなわち、幌延町の政府への熱心な働き掛けが実り、北海道の理解も得て、財団法人北海道科学技術振興センター（所在地：札幌）の一組織として幌延地圏環境研究所（以下、研究所と呼ぶ）が平成15年6月に同町に設置された。研究所は近い将来に建設される地下施設を共同利用し、サイクル機構の行う以外の内容を研究対象とする。平成15年11月末には研究棟が完成し、研究機器の設置も済み、研究活動を本格的に開始する準備が整ったところである。研究サイトの特徴とともに研究所で予定している活動について、読者の皆様に紹介させていただく。

2. 地層研究サイトとしての特徴

2.1 単純で一様な地下構造と詳細な事前調査

幌延町の東側は宗谷丘陵および天塩中央山地などの山地形、西側は天塩平野の低地となっており、湿地帯を経て日本海に接している。海岸に沿った湿原は、利尻礼文サロベツ国立公園の一部を構成している。周辺の水理地質は山から海に向かう単純な構造をしているようである。

地下研究施設は、緩く起伏し、丸みを帯びた典型的な周氷河地形を呈する丘陵地帯に設けられる。核燃料サイクル開発機構が従来実施している相当数の500m級の調査ボーリングによると、周辺は、500mの深度まで新第三紀に属する珪藻岩で占められており、単純な地質構造をしている。また、地下の開発に先立って、地下水理・水質、地圧応力や間隙水・間隙ガス圧など岩盤が置かれた初期状態の調査が多方面からなされている。また当地では、基礎試錐により、地表下5kmに達する深部の地質構造も把握されている。

周辺では、東西方向の地圧応力が卓越していることが、深度50mまで実施した応力解放法による測定や、震源が地下数kmの浅部地震の解析で明らかになっており、

地圧応力場も一様状態になっていることを伺わせる。

2.2 学際的なサイト

地下研究施設の建設予定地では声問層が地表に現れているが、この層を構成する珪藻質泥岩は、もちろん、立派な軟岩である。しかし等方圧密試験の結果を見ると、3MPaまでの拘束圧に対してSkemptonの間隙圧係数のB値はほぼ1になり、土の特徴も備えていることがわかる。

地下施設は、東上がりの逆断層である南北走向の大曲断層の西に位置する。周囲には活褶曲の存在も確認されている。大曲断層は活断層には分類されていないが、当地は広域的にはプレート運動の影響下にあることを推測させる。

幌延町の山側に沿った天北炭田（新第三紀の夾炭層）は部分的に採掘されただけで、多くが未採掘のまま残されているが、地下ガス化に適した条件を備えているようである。さらに、地下3～6kmの深部には、古第三紀に属し累計で60mに及ぶ炭層の賦存が知られている。深過ぎるために従来型の方法による採掘はできないが、炭酸ガスの地中貯留と組み合わせた炭層ガスの採掘としての可能性はある。

上述のように、幌延の地下は、単に岩石力学や地質学だけでなく、土質力学、地球物理学、資源開発などの様々な分野の興味を引く要素を備えている。

2.3 地下リサイクル研究の場（図）

地下空間を地球環境保全のためのリサイクルの場として使おうとする機運が高まっている。炭酸ガスの深部炭層への圧入や、スラリーにした都市ゴミの地下深部への圧入などがその例で、両方とも不要なものを地下深部に固定しつつ、メタンガスを回収しようとすることで共通している。こういった地下空間の新しい利用が可能であるためには、図に示すように、周囲がシール性能に優れた層で覆われた多孔質の岩盤が地下深部に存在することが前提となるが、幌延の地下は、基礎的・応用的研究のサイトとして以下に述べるように様々な魅力を備えている。

・貯留能力のある層の存在

地下深部にしばしば存在する空隙率の高い層は、物質を多量に貯蔵する能力がある。実際に、石油・ガスや水はこういった層に貯留されており、地下リサイクル場として有用である。幌延には、深部に空隙の平均寸法が浅部よりも大きい層のあることがわかっているが、こういった層も物質の貯留能力が高いとされている。

・遮蔽性能評価の場としての価値

地下空間をリサイクルの場として考える場合、遮蔽性能が問題となる。遮蔽性能を室内試験だけで評価することには限界があるので、ナチュラルアナログをはじめとする地質学他の知識を総動員することが重要である。幌延の場合、前節で言及したように地下深部に炭層がある。この炭層ガスは、地層の遮蔽性能を地質学的タイムスケールで評価するトレーサーとして使える可能性がある。

・遮蔽性能に優れた珪藻岩

幌延の地下を構成する珪藻岩は、空隙率が大きいのに透水係数が小さく、また吸着性能に優れている。したがって、地下リサイクルの観点から魅力的な岩石といえ

る。

さらに珪藻岩の主成分であるシリカは、熱水やアルカリ溶液に溶かして岩盤に注入すると、再びシリカが析出することがわかっている。物質の表面を覆ったシリカの膜は地質的タイムスケールで安定していると期待される。このように珪藻岩はシーリング材として使える可能性を持っている。遮蔽性に優れた珪藻岩の一部をより高い遮蔽性能を示す膜で置き換える技術が開発されれば、遮蔽性能の信頼性は一層、向上するであろう。こういった技術開発は不可能ではないと考えられる。

3. 幌延地圏環境研究所における研究の展望

研究所の名前は、「地層を地球環境の向上に役立てよう」という発想に立っている。研究員の数は、平成16年5月時点で8名である。まことに小粒ではあるが、所期の目標に向かって基盤研究とプロジェクト研究を地道に進めていく所存である。また、そのような体制になっていると自負している。

(1) 基盤研究

近い将来に建設される地下研究施設を最大限に活用できるように、基盤研究と名付けた次の3つの研究分野に各2名の研究員が専従し、長期間に亘って研究を実施する。

・堆積岩特性研究（写真1）

軟岩は、取り扱いが難しい材料で、その特性の研究を進めるためには、試験システムの不断の改良が要求される。例えば、声問層の珪藻質泥岩が有している土としての特性を標準圧密試験によって調べることは、剛性が高すぎて供試体を隙間なく圧密リングに収めることが困難なために、難しい。しかし、供試体の横ひずみを拘束する制御法が採用できるならば K_0 圧密試験が可能と考えられる。

地山における岩石の空隙は水とガスで飽和された状態になっているので、岩石を地山から取り出す作業を開始した瞬間から変化が始まる。「生きのよい」岩石に常時、接触できる利点を生かした新しい研究方法の発展が期待される。

軟岩を対象とした地圧応力や強度などの計測技術の開発は硬岩や中硬岩に比べて遅れている。こういった計測は工学的なトラブルが起きやすい軟岩こそ必要であり、迅速で低廉な計測技術の開発が望まれる。これについても地の利を生かして研究開発を進める所存である。

・地下水環境研究（写真2）

石油や可燃ガスを採掘すれば地下岩盤中の水・ガス間隙圧の減少や地盤沈下が現れるが、炭酸ガスなどの地中への封じ込めをすれば、間隙圧の上昇や地表隆起といった現象を招く。従来、前者に比べて後者の事例が少なく、研究も少ない。これに関連して、珪藻岩の空隙を充填する水・ガスの流動挙動に関する研究も重要であり、これらについて積極的に取り組んでいくことにしている。

また、地下水理構造を明らかにする一環として、塩淡境界に関する研究を実施する。

・地下微生物環境研究（写真3）

地表下3kmまでの岩盤中には、あまねく微生物が分布していることが、最近NHK

で放映され、地下微生物の種類と秘めた能力に関心が高まっている。研究所では、地下微生物だけを岩石から取り出し、その系統や機能を調べ、増殖させるための一連の設備を備えている。核燃料サイクル開発機構が実施した500m長のボーリングコアを用いた予察的な調査により、いずれの深度にも微生物がいること、環境温度を地温に近づけると活発に増殖することなどが明らかになった。

ゴミを強力に分解しメタンガスを排出する能力の高い菌を地下で探す調査は、研究所における主要な研究活動の一つである。

(2) プロジェクト研究

数年の期限内で取り組むトピックス的な研究をプロジェクト研究と呼んでいる。現在は、地下浅部の地温の評価と利用に関する研究を2名の研究員が担当している。地表付近における地下水の量・流速の分布は、ヒートポンプで使う熱量を見積もる上で重要であり、地下水環境研究グループと連携し調査を進めている。

(3) 町を向いた研究所

幌延町の人口は3千人を割っているが、その4倍の数の乳牛がおり、酪農が主要産業である。牧畜業者は、地中微生物の研究、バイオマスの有効利用研究、浅所の地温ならびに地下水の活用研究などに関心があり、研究所に対して期待を寄せている。これに答えるべく、町の研究所として、地域に根を下ろした研究を進めていく所存である。また、町の観光資源である湿原の保存について、表層水文の立場から研究を進める。研究所には子供達のために「キッズルーム」が常設されている。

(4) 共同研究

小所帯の研究所なので、地域を始めとして周りと積極的に関る中で問題意識を高め、その一方で可能な限り多くの研究機関と研究交流を進めることが、研究の活性を維持する上で重要であると認識している。

もちろん、核燃料サイクル開発機構・幌延深地層研究センターとは共同研究協定を取り交わしており、地下研究施設を最大限に活用し、共通の問題解決に向けて共同研究を展開することにしてしている。また不足部分を互いに補完するために、道立地質研究所との結びつきを深める。

4. 結びに換えて

「地下は無限の広がりを持った未開の空間である」という考えは、つい最近まで地下に携わりたいと念じる我々の多くが疑いもせずにかけていた。しかし、地球の環境保全に地下を利用しようとするれば、安心して活用できる有用な地下空間は以外に狭い。それゆえ、地下利用の研究は周囲の理解を得ながら慎重に進めるべきであることは言うまでもない。我々はそういった認識を持ちながら、一方では、地下の限りない可能性を信じつつ、研究に勤しんでいきたいと考えている。

産声をあげた当研究所に多くの方々が関心を持たれることは、我々研究職員全員の望みである。直接の訪問を通じて、あるいはホームページ（「幌延地圏環境研究所」のキーワードでアクセス可）を通してのアドバイスやご意見は常に大歓迎である。

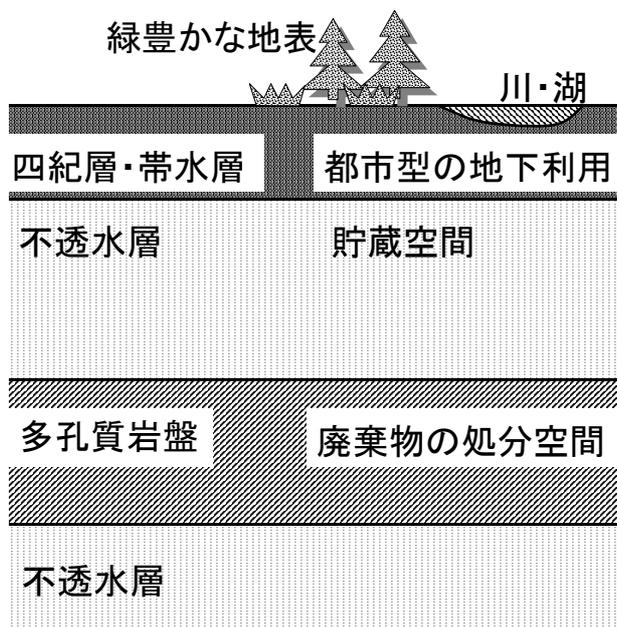


図 地下利用の区分

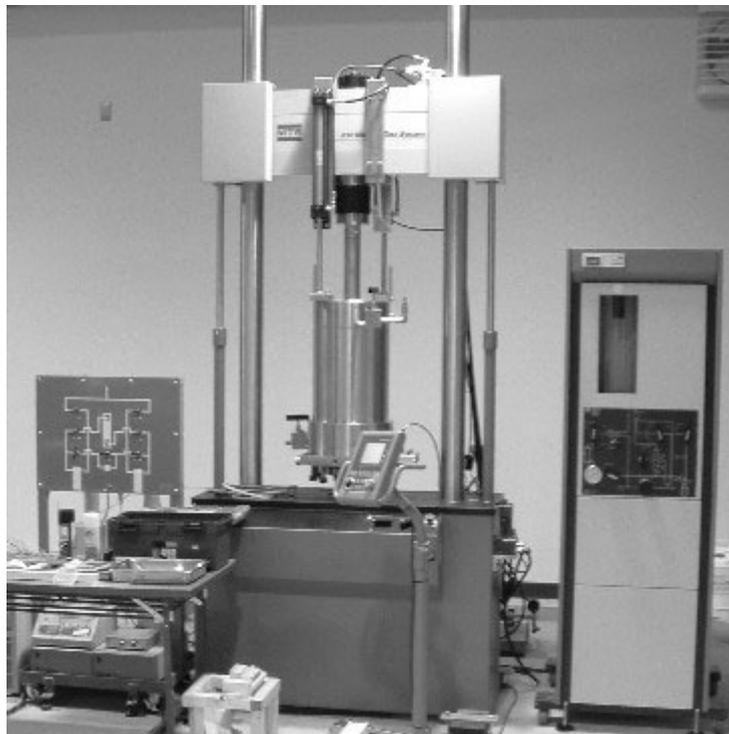


写真 1 軟岩用岩石三軸試験装置。排水・非排水条件の制御ができ、また、載荷試験中に透水係数の測定ができる。



写真 2 海岸近くで実施した深度 100m のコアボーリング。深度 80m までは、砂、シルト、粘土などの互層であった。コアから、作孔水などで汚染されていない間隙水を採取するために、特殊な掘削装置(高周波バイブロ・低速回転, コアパック装着・ワイヤーライン方式)を用い無水で掘削した。コアの回収率はよかった。



写真3 グローブボックスに収められたコアリング装置。嫌気状態で岩石コアの芯を抜き出すもので、この岩芯の中に潜んでいる地下微生物だけを取り出すことができる。