



中部事業所における地層科学研究の現状

武田 精悦
中部事業所

資料番号：75-8

Current Status of Geoscientific Study in Chubu Works

Seietsu Takeda
(Chubu Works)

現在中部事業所は地層科学の研究として、掘削中の新立坑やウラン鉱山を利用し、地質システムおよび物質移動に関する研究とそれに関わる技術開発を進めている。その成果は地層処分技術の確立だけでなく、その関連分野へも広く寄与するものと期待される。

1. はじめに

中部事業所においては、平成元年9月26日事業団によって策定された「地層処分研究開発の考え方と進め方」に基づき、地層科学研究を進めている。地層科学とは地層処分技術やその関連分野に役立てるため、地層（岩石または岩盤）や地下水など自然の諸現象について研究する、地球科学に関する基礎的研究を意味する。したがって地層科学研究とは広い意味での地下（または地下空間）利用のためのものであり、その目的とする所は、各応用分野における予測および予測手法の開発にある。その研究手法も従来の工学に加え、理学的研究手法も必要とされる。

その研究テーマには次の4つがある。

- ①地層・地下水の特性やその変化および安定性（地質システム）に関する研究
- ②地層中における元素の挙動（物質移動）に関する研究
- ③地表付近の環境（人間環境）に関する研究
- ④以上の研究に必要な技術開発

中部事業所ではこのうち①②の研究と④の技術開発について特に重点的に進めているので、ここではその内容について紹介したい。

2. 地質システムに関する研究

ここでの地質システムとは対象とする地下深部の諸特性およびそこで起こる様々な複合現象の1つの

閉じた系を意味する。その対象範囲は、地表から人間が利用可能な深度までである。

研究方法はある特定の地域をテストフィールドの場として、実際の地層の地下まで入り込んだり、ボーリング孔の掘削により直接地下を観察する方法と、テストフィールドと我が国の他の地域との比較の観点から、地表・地下に関し全国的な資料調査を行う方法の2つの方法をとっている。前者の研究のためには地下坑道のある東濃鉱山を利用している（図1）。また後者の調査を地質環境調査と呼んでいる。

地下深部に存在するのは主に地層とその中に含まれる地下水であり、そこで生起するのは物理・化学・生物学的現象である。その中で上記地下利用の観点から現在特に重要と考えられているのは、地下水の物理的現象（地下水水理）、地下水の化学的現象（地下水地球化学）、地層の物理的現象（岩盤の力学的構造運動）である。これに上記地質環境調査を加え、以下に記述する。

2.1 地下水水理

地下水水理研究の目的は、広域的な地下水流れのメカニズム（地下水流の涵養・流動・流出という水交の循環）を明らかにすることである。この研究には従来の研究に較べると、①調査の対象となる範囲が広い。②調査の対象となる岩盤の深度が深い。③調査する期間が長くなる等の特徴がある。

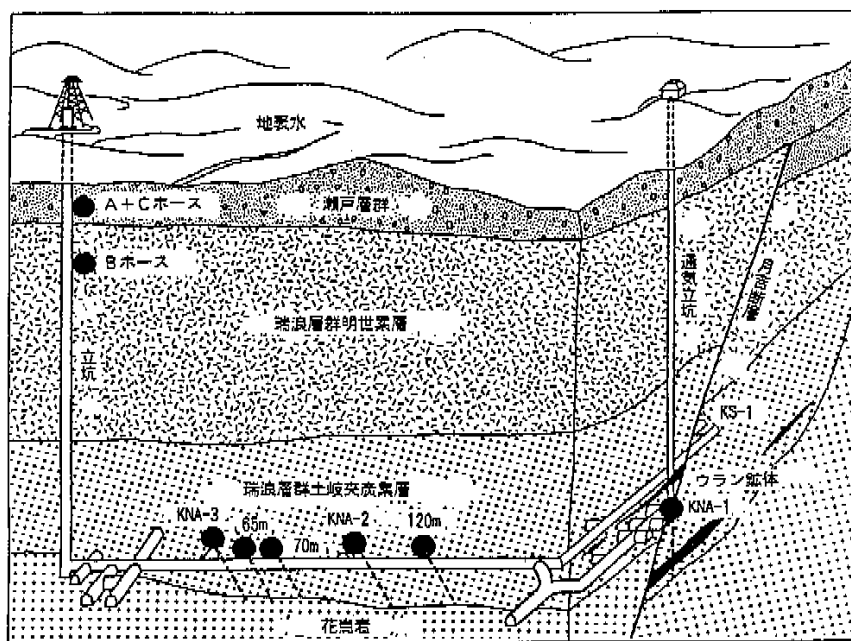


図1 東濃ウラン鉱山坑道

地下水は一般に降雨を起源としている場合が多く、大地に降った雨の一部は地中に浸透し、その一部はまた湧水として地表に漏出・蒸発し、降雨として地表に降ってくるという連続的な循環を繰り返している。

それらを定量的に把握するため、透水係数等の水理データと地下水の動く場である地層のモデル（水理地質モデル）、さらに地下水流動モデルが必要である。必要なデータには降雨量・蒸発量・河川流量や、地下深部における透水係数や間隙水圧などがあり、これらはそれぞれ地表調査やボーリング掘削とそれらの中での水理試験により取得している。モデルとデータは互いに関係があり、両者を相互チェックしながらその妥当性について検討し、地下水の長期モニタリングでそれらの信頼性をさらに高めるという方法を取っている。そのモデルによる現在までの解析で、その流動システムは地質データにより独立に推定された結果とほぼ一致することが示された。

2.2 地下水地球化学

地下水の地球化学特性はその起源と地層との反応によって規制される。その研究は、基本的に地下水の採水→分析・測定→解析という方法を取る。採水はできるだけ自然に近い状態を維持し、かつ各地点での比較を行うため、複数のボーリング掘削によっ

て行っている。

分析する元素は、地下水中に溶けている主成分元素・ウランなどの微量元素の他、その起源を調べるための酸素・水素の同位体、年代を知るためのトリチウムなどである。また後述の物質移行の研究に重要な酸化還元電位（Eh）；pHをも測定する。これらのデータに基づき、起源・年代・化学組成を明らかにし、地層と地下水の反応について検討した上で、その地域の特性の全体像を明らかにする。現在までに、この地域の地下水は降水起源で、少なくとも40年経た地下水であることがわかっている。

2.3 岩盤力学

この地域では岩盤への力学的・水理学的影響を調べる目的で、坑道掘削影響試験を実施している。これまで類似の試験は土木工事現場で行われていたが、岩盤への影響の程度や広がりを定量的に把握し、その現象を総合的に評価した例はあまりなかった。そのためこの試験では、従来問題にされなかったオーダーの物性やその変化の計測法や総合的な評価・解析手法を確立し、その現象を理解することに重点を置いている。

横坑の掘削影響試験の予備的な調査研究・評価は終了し、現在は立坑掘削工事を実施している（図2）。掘削前後の岩盤力学・水理を比較するため、掘

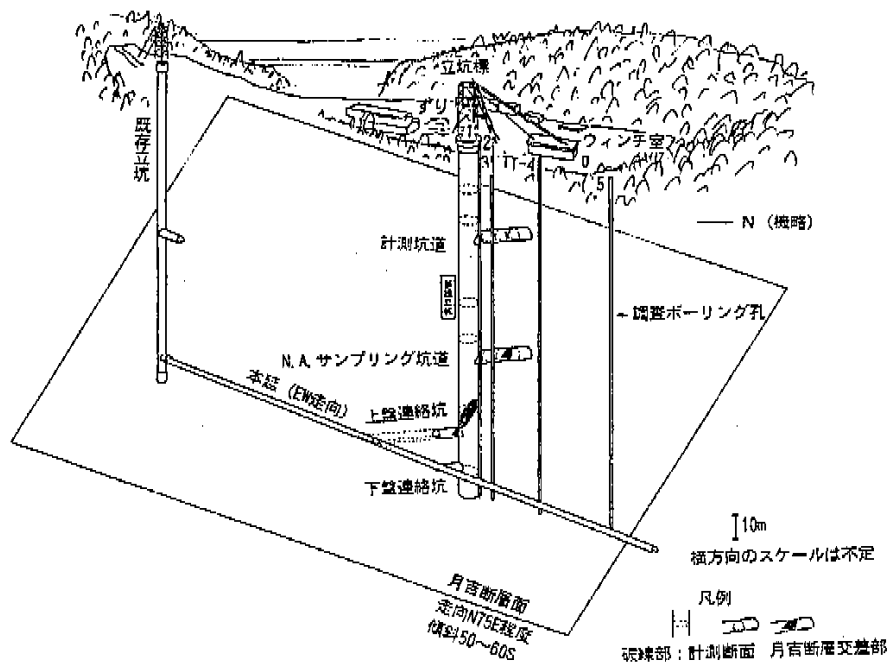


図2 東瀧山 新規立坑
概念鳥瞰図

削に先立ち、事前調査を実施した。この事前調査では、立坑周辺地域に10数孔のボーリングを掘削し、その中に計測機器を設置、地下水や岩盤の初期状態を把握した。この計測は立坑掘削中、掘削後も継続し、周辺岩盤への影響の時間的変化を正確に調査すると共に、掘削した立坑内に設置する岩盤計測機器によって立坑近傍への影響も把握し、総合的評価を行うことになっている。

2.4 構造運動

構造運動に関する研究は地層の動きや地下水の変化、また物質移動や人間環境へ影響を与える可能性があると考えられる点できわめて重要である。研究方法としては、まず地殻変動や気候変動など地層や地下水に影響を及ぼす可能性のある天然の事象を抽出、その抽出した各事象について既存の知識・情報を上のような観点から解釈・整理し、その評価の考え方や手法について検討する。具体的には気候変動/海面変動、断層/地震、隆起/侵食、マグマ活動等の事象が現在抽出されている。これらの各事象を地球科学の最新理論であるプレートテクトニクスの立場などから解釈する。しかしこれら事象の変化を確実に予測することは不可能に近いため、その発

生確率や、変化の幅を導く。近い将来に起こりうる事象は近い過去の事象から外そうできるため、現象に関わるメカニズム、現在の状況、過去の変化、地域性などの観点から、その現象が発生する可能性を評価する。

2.5 地質環境調査

この調査は、我が国における地層・地下水の特性を全国規模で把握し、地質環境データベースを整備することを目的とする。そのために地球科学の各分野に蓄積されている地表部から地下深部に至る地層や地下水に関連する情報を全国規模で収集・解析する。さらに収集したデータを一元的に管理し、総合的な解析・評価に活用していくため、データベースシステムを開発・整備する。

本調査で取得されるデータは大きく図幅データと表データに区分できる。両者はデータの質が全く異なるため、本システムもこれに対応するため、グラフィック系とコード系に区分した。一方システム全体の統一性を確保するため、各サブシステムの入出力に係わるデータフォーマットを統一した。このように、機能毎にプログラムを分割することによって本調査の進展やコンピューター技術の進歩に伴う機

能の改良や拡張に柔軟に対応できる設計となっている。

3. 物質移動に関する研究

地層処分のみならず、地下にある種の物質を管理、保存する場合、地層中をその物質がどう動くかが大きな問題となる。地層中をものが動き、固定されることは普通に起きる地質現象であり、その例は無数にある。しかし我々の目に触れるのは動きそのものではなく、動き終わった後の状態であることが多い。しかしその物質の存在状態、分布、年代を知ることによって、その物質がどういう動きをしたか明らかにすることができる。

中部事業所では、ウラン鉱床を利用し、ウランやその娘機種であるトリウム・ラジウム等の挙動についての研究を実施している。現在までにウラン系列機種の平衡関係とウランの固定・収着メカニズムについて明らかにしつつある。また変質帯と言われる現象を利用し、物質移動に関するモデル化も進めている。

4. 技術開発

地層科学研究では地下水の研究が大きな比重を占める。その地下水は流体であるが故に、その採水や測定に伴い、化学的にも物理的にも変化し易い。ま

た地下深部の水を通しにくい難透水性の地層を対象とするため、その測定のための新たな調査技術が必要となる。

その調査機器は水理調査機器と地球化学調査機器に区分できる。前者には水理試験機器、流向・流速測定機器、蒸発数測定装置、ボアホールテレビ等がある。主な開発のポイントは①水を通しにくい地層でいかにその中を通る水の量を測定するか、②深度が深いことによる機器の耐圧性の問題をいかに解決するかであろう。

地球化学調査機器のうち特に重要なものは地下水採水装置である。この機器の大きな課題は、ボーリング掘削に使用する水などが混入しない“真の地下水”をいかに採取するかである。

地層科学研究のためには、その調査技術の確立が緊急を要するとの認識から、以上の機器の開発を特に急いでいる。

5. おわりに

以上のように地層科学研究は地層処分研究開発の特にファーフィールドに関係する基盤的研究分野であるが、他の分野に応用することも可能である。その研究は今後も積み上げ方式で着実に推進していく必要がある。