

第3回 深部地質環境研究センター研究発表会講演要旨及びポスター発表概要*

深部地質環境研究センターにおける 地層処分研究の概要

笹田政克¹

深部地質環境研究センターでは、高レベル放射性廃棄物の地層処分について、国による安全規制を技術的に支援する立場から、安全評価に必要な地質学的課題についての研究を行っている。現在、当センターでは、8チーム33名の体制で、原子力安全・保安院からの委託研究「地層処分にかかる地質情報データの整備」(平成13-20年度)を実施している。研究者の専門分野は、地質学、地球物理学、地球化学、鉱物学、水文地質学、地質工学、資源工学からなる。

我が国の地層処分事業は、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に則り実施されているが、安全確保にかかる法律は今後定めることとなっている。このような状況の中で、規制当局である原子力安全・保安院が処分事業に節目ごとに関与するという仮定のもとで、当センターは地層処分の安全評価に必要な地質情報の整備を進めている。現在、原子力安全・保安院からの委託研究では、安全規制の視点から概要調査の在り方及び精密調査地区選定のあり方に関する技術情報を整備することを目標において研究を行っている。具体的には、1)地層処分にかかる地質データベースに関する研究、2)地層処分にかかる地質現象の長期変動に関する研究、3)地層処分にかかる天然バリアの性能評価に関する研究を実施している。

地層処分の研究はそれぞれの国の地質特性を踏まえて行われているが、一方では原子力発電所を有する先進諸国の間で国際協力による研究が行われている。深部地質環境研究センターでは、米国で原子力規制委員会(NRC)を技術的に支援している放射性廃棄物規制解析センター(CNWRA)との協力体制を構築しており、当面は当センターの研究者の資質向上のため、CNWRAでの長期研修を実施している。なお、原子力安全・保安院からの委託により安全規制の支援研究を行っている深部地質環境研究センターは、安全規制支援研究の独立性を確保する観点から、地層処分事業の実施機関からの委託研究を行わないことを基本方針としている。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Geological disposal, Nuclear waste, Deep geological environment, Safety assessment, Database

地層処分では考慮すべき長期地質変動について

山元孝広¹

日本の主要な活断層の分布については、これまでの研究ではほぼ押さえられていよう。しかし、活断層とは認定されていない断層沿いでも地震断層の出現を伴う震源の浅い大地震は発生するので、これまでの活断層分布図だけを頼りに、処分地が選定されることはあり得ない。また、既知の活断層についても断層からどれだけ離れば安全であるのかという大きな問題が依然として解決していない。

会津西縁活断層の研究は、活断層の成長に伴う断層位置の移動や活断層周辺の水理構造を解明して、断層運動の影響範囲を考慮する上での典型事例を提示すること目的としている。これまでに西縁断層の精密反射法弾性波探査、精密重力探査、ボーリング掘削を行い、断層周辺の地下地質を明らかにしている。その結果、今の西縁断層は約30万年前に現在の位置に約5km移動したことが、またその位置は既存の古い正断層が新たに逆断層として再活動した反転テクトニクスの結果であることを明らかにした。

日本では沈み込み帯の火山活動が起きており、火山フロントを境に火山が分布しない前弧域と分布する背弧域に明瞭に分けることができよう。処分地を前弧域に限定するのであれば火山活動の影響は避けやすくなるものの、今の実施側の概要調査地域選定のための公募要件では、既存の第四紀火山から一定距離域の排除が提示されているだけである。活断層と同様に火山からどれだけ離れば安全であるのかという大きな問題が依然として解決していないだけでなく、火山が新期に出現するような事例も検討される必要がある。

これまでに東北日本弧では約30万年前以降に背弧側で火山が新期出現する事例が相次いだ。出現した火山はいずれも珪長質マグマを噴出し、小型のカルデラ火山を形成する特徴を持っている。特に福島県西部の沼沢火山では、11万年前に新期出現した後、噴出率の上昇とSiO₂が減少する系統的な化学組成の変化が認められる。その成因としては、地殻物質の部分溶融が有力で、組成変化は温度上昇による部分溶融程度の変化を反映しているモデルが考えられる。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Geological disposal, Active fault, Volcano, Aizu, Numazawa

*平成16年12月3日 千代田区立内幸町ホールにおいて開催

地層処分に関わる地下水の長期安定性及び 熱水活動の影響について

風早康平¹

長期安定性評価のためには、地下水の起源、帯水層の滞留時間はどのくらいか、地下水の混合等による変動はあるのか、地下水の水質はどのような変化を経たのか、更に、熱源はなんなのかについて、明らかにする手法を開発する必要がある。これらの手法は、地下水帯水層のパラメータ、構成鉱物種、地下水の温度・水質等及び各種安定及び放射性同位体組成を総合的に解析することにより成立する。本手法群を開発し、実際の地下水系に適用することにより、地下水の長期安定性の評価に関わる課題、1)火山活動が長期的に地下水系に与える影響の評価、2)断層等が地下水系に長期的に与える影響評価、及び3)深部上昇熱水が長期的に地下水系に与える影響の各評価に取り組んできた。

神戸地域において、深層地下水の起源を解明し、ヘリウム同位体を用いた地下水系の超長期滞留時間及び深部熱水フラックスを推定する手法を提示した。近畿地方における塩化物泉及び炭酸泉について、その起源及び水質形成機構を明らかにするとともに、両者の関連・ガス成分移動プロセスについて明らかにした。その結果、近畿地方では非常に広域で深部上昇熱水が存在していること、また、それらの熱水は比較的浅所(2 km)において、CO₂ガス成分を分離し、上位にある帯水層を炭酸泉化していることがわかった。

更に、水質形成機構を解明・評価するため、USGSが開発した地下水化学シミュレータPHREEQCを用いて北陸地方の地下水の既存データに適用し、その適用性及び限界について検討した。その結果、マントル起源のCO₂が大きく水質の形成に関与していることや、深層地下水の起源、形成機構等を解明することが可能となった。また、新潟・秋田地域等、第三紀堆積岩層に胚胎する深層地下水について、その水及びガス成分の特徴を明らかにするため、新潟地域においては、その化学及び各種同位体組成の分析を行い、深度700 mに非常に古い変質した古海水が胚胎していること、それより浅部では、現在の浅層地下水と古海水が段階的に混合していることがわかった。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Nuclear waste disposal, Groundwater, Hydrothermal activity, Isotopic composition, Retention time

分離変換技術と放射性廃棄物処分

中山真一¹

放射性廃棄物の処理処分対策は原子力利用を進める上で最も重要な課題の一つである。高レベル放射性廃棄物処分については、2000年に関連法律が制定され実施主体が設立されたことをもって事業化段階に入った。処分事業が安全でかつ確実に推進するよう、事業の進展に応じ、国内の関連研究機関において鋭意研究開発が続けられている。

一方、高レベル放射性廃棄物等に含まれる放射性核種の特徴に着目し、長寿命核種を核反応によって安定同位体または短寿命核種に変換することを目的に、放射性廃棄物中の元素の分離及び核変換の技術が1980年代から検討されてきた。分離変換技術(partitioning-transmutation; PT)を核燃料サイクルに導入することによって、分別した廃棄物や短寿命化した廃棄物の特性に応じた処理処分対策をとることが考えられる。すなわち、PTを核燃料サイクルのバックエンド、特に廃棄物管理(waste management)方策に柔軟性をもたらす技術オプションとみなすことができる。

原研では、2030年頃の実証を目指し、核燃料湿式再処理後の元素分離、核変換のための加速器駆動未臨界システム(ADS)、そしてADS燃料の製造・乾式再処理というPTサイクルの技術開発を進めてきた。また、分離変換技術の導入により放射性廃棄物処分はどのように変わり得るのかについての検討も進めている。

講演では、原研におけるPT概念、我が国及びフランス等外国におけるPTと放射性廃棄物との関わり、並びに研究開発の現状について紹介した。一方、地層処分という処分概念はPT導入に関わらず必要とされる。その本来の考え方について再確認した。

(¹日本原子力研究所)

Keywords: Nuclear fuel cycle, Radioactive waste management, Partitioning and transmutation technology, High-level waste, Geologic disposal

地質環境の数値モデル化に関する基礎研究

竹野直人¹

高レベル放射性廃棄物の深地層処分は、天然バリアと人工バリアの多重バリアシステムにより、放射性核種を長期間、人間社会から隔離しようとするものである。深部地質環境研究センターの課題の一つである天然バリアの性能、あるいは母岩領域の隔離性能の評価においても、最終的な線量評価につながりうる定量的な取り扱いが欠かせない。当センターではそのための取り組みとして、地質環境の数値モデル化を課題としているが、とりわけ地下水の地球化学に関するものと地下水流動に関する性質、及びそれらの総合化が重要と考えている。今回の発表はそのための基礎研究として、これまでの4年間の成果から代表的なものをいくつか紹介した。

1) 格子ボルツマン法による多孔質媒体中の流体挙動の数値シミュレーションを実施した。これには、並行して開発したX線CT計測・解析技術を用いて取得した実際の砂岩の多孔質形状データを利用した。これにより、現実に近いシミュレーションを実施して、その有用性を示すことができた。2) 透水係数を現場試験により得る場合、標準として用いられる解析モデルが仮定する地層と実際の地層との間には不均質性・異方性等の相異がある。この相異がもたらす誤差をFEFLOWを用いたシミュレーションによって評価することを試みた。3) 実際に取得したデータを用いたモデル化の試みとして、金丸地域の地下水水理モデルの作成をTOUGH2を用いて実施した。

このように当センターでは数値モデル化の取り組みを多面的に行っているが、現状は室内実験、現場試験等と組み合わせながら、シミュレーション(simulation)、有効性の確認(validation)、予測(prediction)の一連の垂直的プロセスを通じて、予測の信頼性をより高めることを目指している段階であり、多面的な取り組みの水平的統合にまではまだ至っていない。今後取り組むべき課題と考えている。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: LBM, Hydrolytic conductivity, FEFLOW, TOUGH2, Numerical modeling

安全評価のための三次元地質モデル

渡部芳夫¹

本研究では、安全評価のために実施する核種移行評価において、現状の地質特性の把握とそのモデル化を目的とし、新潟県東部から山形県境にかけて分布する白垂系花崗岩基盤と新第三系堆積岩からなる小規模地質体を対象に、浅層地質モデルの作成に必要な地表地質調査、ボーリング調査、並びにボーリング坑での原位置観測を実施した。

ボーリング調査と坑内原位置計測は延べ2年間で合計11孔(GL-40～60 m)について実施し、孔井地下水長期水質観測を現在も継続している。南北側線に配置した坑井内原位置の目的は、花崗岩基盤上の第三系堆積岩体とその近傍における地下水循環構造及び地下水の化学的性状を把握するもので、それぞれの目的を、対象地域内の降雨涵養源水質把握、堆積岩基底部の地下水理性状評価等の多深度長期計測と長期水質変動の把握を目的とした。

孔内検層・ホールイメージと深度更正の後オールコア掘削による岩石層序の検討を行った。花崗岩上の不整合面の形状の空間分布については、地表での比抵抗探査を試行し、地下水頭面分布や対象サイト全域での構造把握を行った。また、全有機炭素・硫黄量、TMAH熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析による有機地化学層序と、平衡に存在する地層水の溶存有機物組成の検討も実施した。

浸透流試験、特に難透水性地層における浸透流試験の信頼性及び誤差要因に関する情報の蓄積と手法の開発の一環として、原位置浸透流試験に関する単孔式透水及び流向流速試験結果と多孔式透水及び流向流速試験を実施し、比較検討を行った。また主要な手法による単孔式流向流速と単孔式透水を実施し、各種試験法のクロスチェックを行った。

現在までの解析の結果、注水・揚水及びパルス試験による水理試験は概ね期待された結果を導いたが、透水試験より得られる物性値は試験条件と算出モデルなどに依存しており、この点に関する系統的検討が必要不可欠である。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Geological modeling, In situ hydraulic test,

Hydraulic conductivity, Organic geochemistry, DOC
[ポスター発表]

地層処分にかかる地質情報データベース

渡部芳夫¹・内藤一樹¹・鈴木正哉¹・
中田和枝¹・岸本清行²

地層処分に係わる地質現象の解明には、個々の分野でのデータ解析に加え、多方面かつ大量の地質情報の総合化と各データ値の相互関係等の考察が必要となり、このためには各データをコンピュータ処理に対応したデータファイルとして作成・整備することが不可欠である。また、地質現象の多くは、その現象に係るパラメータが地球上での位置情報を有しており、適切な情報処理を通じてGISソフトウェア等を用いたデータ解析が有効な研究手段となる。このため、最も規格化が進んでいる地質調査所(現地質調査総合センター)発行物を対象として数値化・集約し、基盤GISデータベースとして整備することとした。一方、処分研究での利用に際し、関連情報の統合化とオンラインでのフロントエンド作成を行い、現在産総研内部での利用試行を行う段階にある。

基盤GISでは、これまでに旧地質調査所・現産業技術総合研究所出版物を対象としたデータ集約を実施しており、昨年度末段階での集約対象地図類の総数は1,306点で、1)緯度経度情報付き地質図ラスタ画像、2)平面直交座標系に投影法を変換の上でモザイク処理を行った重合用データ、3)対応する地図画像と関連付けた説明画像情報(地質構造断面図、柱状図、地層区分図等)、4)PDFファイル化した地質図等の説明文書情報等からなる。

既に試作したフロントエンドは、概要調査地区選定段階での文献調査段階に必要な参照情報のうち、「活断層」「第四紀火山」「隆起浸食」「第四紀層分布」「鉱物資源」に関わるGIS情報並びに参照文献データベース等を統合するもので、実際には基盤GISの利用方法の一つとして試作したものである。現在は既存物理探査データや海域調査データ等の詳細情報とのリンクは未完であるが、今後は統合先のデータベースを取捨選択することにより、利用目的に応じた機能を設定できる形をめざしている。

(¹深部地質環境研究センター,²地質情報研究部門)

Keywords: GIS, Geological maps, Data base, Geophysical exploration, Seismic profile

双葉断層周辺の重力異常と密度分布

牧野雅彦¹・住田達哉¹・渡辺史郎¹・高橋 学¹

断層の構造とその運動の解明を目的として、双葉断層周辺において密度構造を調べるために重力探査を実施した。双葉断層は宮城県岩沼市から福島県いわき市まで約100 kmの連続する大きな活断層で、阿武隈山地とその東側沿岸の低丘陵部の境界を地形的に形成している。

重力探査は地下構造を知るための有力な手段の一つである。しかし、従来の重力データだけでは大まかな地殻構造の概要を把握することはできるが、断層近傍の詳細な密度構造を知るためには測点密度が粗すぎて解像度が不足している。そこで重力測点密度を高め、更に各測点の位置をGPS測量で求める重力探査を平成11年から実施してきた。新規に測定した点数は825点で、既存の201点に追加した。このため平均測点密度は0.20点/km²から1.05点/km²と5倍に増大した。

重力探査の結果、双葉断層に沿って幅1~2 kmの帯状で南北に連続する高重力異常を検出することができた。高重力異常に対応する岩石サンプルの密度は2.82~2.84g/cm³と高かった。探査地域の花崗岩の密度は2.66~2.70g/cm³で、断層東側の丘陵部にある泥岩は2.41~2.42g/cm³であった。この高重力異常に対応する岩体は古生代変火山岩類で苦鉄質鉱物に富むが、地質的に花崗岩と区分されているところでも明瞭な高重力異常が存在する。したがって、地質区分が正しいとすれば、花崗岩の下に帯状の高密度岩体が伏在していると推定できた。双葉断層と太平洋沿岸に挟まれた地域は第四紀の堆積物、沖積層が分布するが、その下部に新第三紀の仙台層群と古第三紀の白水層群等が分布する。更にその下部に基盤の花崗岩質岩類が存在する。沿岸部の丘陵地域において顕著な重力異常が存在する。沿岸地域北部の小高町付近で東西に約8 km、南北に約12 kmの広がりをもつ大きな高重力異常がある。これに対応する岩体は地表に露出していないのでサンプル試料を得ることができないが、高磁気異常がちょうど対応していることから苦鉄質鉱物に非常に富む高密度岩体が地表下に伏在していると推定できた。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Gravity, Density, Futaba Fault, GPS, Structure

複成火山におけるマグマ・地熱活動の 地下水・温泉水への影響範囲に関する研究

伊藤順一¹・風早康平¹・大和田道子¹・安原正也¹・
牧野雅也¹・稲村明彦¹・森川徳敏¹・高橋正明¹・
高橋 浩¹・住田達哉¹・渡辺史郎¹・佐藤 努²・
北川有¹・松本哲一¹・小泉尚嗣²

マグマや地熱活動に関連する地下水・温泉水の影響範囲を評価するためには、地下水涵養源から流下域までの地下水流動プロセスを解明する必要があるが、そのためには、山体外周部における地質構造の把握とともに、地下水・温泉水の涵養源・供給源である火山体そのものの地下構造の理解が必要である。また、地下水・温泉水の熱源について考えた場合、現在の噴火活動には直接関与しないが、周辺域での地熱活動の源となっている過去のマグマについて検討する必要がある。火山体を形作ってきた過去数十万年からのマグマのマグマプロセスについて理解する必要がある。特に複成火山は10-100万年もの間地殻内にマグマを蓄積し、深部から供給されるマグマと噴火・貫入により移動するマグマのバランスにより、噴火中心や地熱活動域の位置を変えながらも、継続的な熱異常として存在し続け、熱伝導及び地下水・温泉水を通して周辺地域へ影響を及ぼす。また、複成火山は、山体崩壊やその後の山体の再生、また噴火中心の移動等、複雑な地質構造を持っている。このような地質構造は火山体から流れ出る地下水・温泉水の流路に大きな影響を与えていると考えられている。

そこで、火山活動の影響範囲を評価するための基礎的指針を得、スタンダードケースを提示することを目的として、日本の代表的な成層火山であり、近傍には日本有数の地熱地帯を控える活火山である岩手火山群を取り上げ、1) 地表及び試錐調査による噴火活動史の検討、2) 噴出物の岩石学的研究によるマグマ進化の検討、3) 火山周辺域に分布する地下水・温泉水の化学的・同位体化学的研究による地下水流動プロセスの検討、4) 精密重力測定等の地球物理探査による山体及びその周辺域の地下構造の検討、5) 火山活動に伴う地震活動に起因する地下水変動に関する検討を平成15年度から実施している。

今回の発表では、本研究計画の概要に加え火山体の成長に伴う山体構造に規制されている可能性があること等について紹介した。

(¹ 深部地質環境研究センター, ² 地質情報研究部門)

Keywords: Strato-volcano, Magma and geothermal activity, Influence range, Ground water, Hot spring

結晶質岩分布地域の地下地質及び 地下水流動系について

塚本 齊¹・山元孝広¹・高木哲一¹・牧野雅彦¹・
住田達哉¹・渡辺史郎¹・高橋 学¹・富島康夫¹・
竹村貴人¹・風早康平¹・安原正也¹・高橋 浩¹・
森川徳敏¹・大和田道子¹・稲村明彦¹・亀井淳志²

結晶質岩分布地域、特に花崗岩分布地域は、高レベル放射性廃棄物の地層処分サイト候補地の一つのタイプとされ、世界各国において地層処分サイト候補地としての研究開発が進められている。

阿武隈花崗岩体は、日本国内で最も大きくまとまった花崗岩体であり、準平原状の地形を示すことから長期間安定的に存在していると考えられてきた。産総研では、旧地質調査所時代の資源エネルギー庁の特別会計評価費「放射性廃棄物処分事業化調査に伴う地層処分システムの解析・評価」及び産総研移行後は原子力安全・保安院からの委託研究「地層処分にかかる地質情報データの整備」により、阿武隈花崗岩体北中部を中心として地形・地質・地球物理・地球化学・水文学的研究を行い、結晶質岩分布地域の地下地質及び地下水流動系を評価・研究する手法の開発やその実態の解明を行ってきた。

花崗岩分布地域を地層処分サイト候補地として捉えた場合、各調査段階において必要とされる安全規制・評価研究の項目は異なっている。安全規制・評価研究の最終的な目標である核種移行解析では、花崗岩分布地域の地下浅部の風化帯を流れる表層地下水流動系と、地下深部の断裂系により生成された地下の空隙、特に“みず道”と呼ばれる地下水の主たる移行経路を流れる地下深部流動系のキャラクター化・解析が必要となる。これに対して、概要調査段階では、地層処分サイト想定深度における地下水の移行特性が地層処分サイトの安全性を損なわない程度であるか否かの評価と、地表部の調査・解析データからどの程度までの予測が可能であるのかが重要な問題になると考えられる。

今回の発表では、阿武隈花崗岩体の各種基礎データを概観するとともに、阿武隈花崗岩中のほぼ同時期に貫入した岩体のボーリング掘削・採水作業により明らかになった花崗岩体中の鉛直方向の地下水混合経路について考察を加え、地層処分サイトの安全性について地表部の調査・解析データからどの程度までの予測が可能か、またどのような調査が必要かについて紹介・検討した。

(¹ 深部地質環境研究センター, ² 島根大学)

Keywords: Geologic disposal of high-level radioactive wastes, Hydro-geologic conditions, Crystalline rocks, Site screening, Site characterization

神戸地域の地下水の地球化学的研究

安原正也¹・五十嵐裕之²・稲村明彦¹・
風早康平¹・牧野雅彦¹

近年、都市部においては防災用水や環境用水としての役割を地下水に求めるようになってきたため、その水質や流動系を正確に把握する必要性が高まってきている。そこで、本研究では、兵庫県神戸市、芦屋市、西宮市及び宝塚市（武庫川以西）をモデル地域として選定し、都市部の地下水の地球化学的性状、起源及び流動プロセスを解明することを目的として調査・解析を実施した。

研究の結果、本地域の地下水は一般水質に基づいて、重炭酸カルシウム型の浅い地下水（深度 $0 \leq D \leq 50$ m）と、それより深い重炭酸ナトリウム型の地下水とにおおまかに区分された。しかし、微量成分を含めたその水質には、近接する地点間においても平面的・鉛直的に著しい相違が見られる場合が多いことが明らかとなった。都市の地下水の涵養源や流動プロセスの複雑性を反映しているものと考えられる。一方、全炭酸濃度と炭素同位体比の関係から、深度200 mより浅い地下水は伏没河川水と降雨浸透水の混合によって形成されており、循環系の地下水であると推定された。これは、トリチウム濃度測定結果から得た循環系地下水の深度（深度約200 m）とも整合的であった。主成分分析を行ったところ、深度200 mより浅い地下水の多くはエンドメンバーである伏没河川水と降雨浸透水の間にプロットされた。2成分ミキシング解析の結果、これらの地下水の形成に果たす降雨浸透水の役割を定量化することができ、都市化が進んだ同地域においても、降雨浸透水（+水道漏水）が地下水涵養に果たす役割は極めて大きいことが明らかとなった。また、同地域の温泉水を含む深層地下水の多くは酸素・水素同位体比と炭素同位体比について特異値を示していた。これは伏在断層を通じて深部からいわゆる有馬型熱水が上昇し、深層地下水の同位体組成に影響を与えているためと判断された。これらの結果をはじめ、研究を通じて明らかとなった当該地域の地下水の地球化学的性状、起源及び流動プロセスについての総合的な解析・検討結果を紹介した。

(¹ 深部地質環境研究センター、² 東京大学)

Keywords: Urbanization, Groundwater, Recharge, Isotopes, Water quality

三宅島及び浅間山火山における火山ガス観測

風早康平¹・大和田道子¹・森 俊哉²・首藤知昭²・
平林順一³・気象庁COSPEC隊

産総研は、火山地質学、火山岩石学、測地学及び火山化学等の分野について、噴火時に緊急調査等を行い、観測結果を火山噴火予知連絡会に報告している。深部地質環境研究センターでは、第7次噴火予知計画に沿って、火山噴火時等に地質情報研究部門等と協力し、地質調査総合センターとして緊急対応を行っている。

三宅島火山噴火対応では、2000年9月以来、ヘリコプターを用いたSO₂放出量観測を毎週続けている。現在はCOSPECを用いた観測システムの整備も進み、主に観測結果の解析と新技術であるDOASシステム開発に取り組んでいる。SO₂放出量は2000年12月のピーク値（平均54,000トン/日）後、2002年夏まで徐々に減少し、現在では5,000トン規模で安定している状況である。2000年夏以来のSO₂の総放出量は、2,000万トンに達しており、これまでに約100億トンのマグマが脱ガスしたと推定される。この量は約3 km³のマグマに相当し、巨大なマグマ溜まりから延びるマグマ火道が地表に連結していることを示す。発表では、観測結果に加えて、活動予測に必要な大規模なマグマ溜まりの脱ガス機構及びプロセスモデルについても示した。

浅間山火山噴火対応では、9月1日の最初の噴火を受け、9月3日から新型のminiDOASシステムを用いて、東京大学、東京工業大学等と共同でSO₂放出量の観測を開始した。観測結果については、即時気象庁に報告し、産総研のwebsite¹⁾において公表している。非噴火時のSO₂放出量は1,000～2,000トン/日、噴火中は3,000トン/日の結果がこれまでに得られている。これらの量は、これまで浅間山で観測されたことがないほど多量であり、脱ガスに参与しているマグマ量は、一日あたり約100万トンの規模に達し、今回の火山噴火活動が1973年以来の活動規模のものであることを示している。なお、浅間山の火山ガス放出量観測で使用のminiDOASシステムは、完成したばかりの新型であり、同時にその計測特性等の試験やソフトウェアの改良も行っている。発表では、観測結果に加えて、新型miniDOASシステムについても紹介した。

参考：¹⁾ <http://staff.aist.go.jp/kazahaya-k/>

(¹ 深部地質環境研究センター、² 東京大学、³ 東京工業大学)

Keywords: COSPEC, miniDOAS, Miyakejima, Asama, SO₂ flux

マイクロフォーカスX線CTによる 砂・岩石構造可視化の現状

高橋 学¹・竹村貴人¹・加藤昌治²

焦点寸法が数ミクロンのマイクロフォーカスX線CTを用いて花崗岩と泥岩及び砂岩の亀裂及び内部構造観察を行った。花崗岩及び泥岩の亀裂は静水圧の増加に伴い、閉鎖することを確認することができた。稲田花崗岩の三軸圧縮試験後の供試体を用いて破断面近傍の軸応力载荷によって生じた副次的な亀裂の形態を観察することができた。主破断面に直交する形で新たに生じた亀裂は25 MPaの静水圧で完全に閉鎖することが認められた。稚内層黒色硬質泥岩の既存亀裂面を用いた試験では、既存亀裂の閉鎖及び静水圧の除荷に伴う再開口を確認することができた。砂の一面せん断試験後の供試体の観察から、ある幅を有するせん断帯を明瞭に確認することができた。また、せん断帯の中に応力伝達を卓越的に行ったと考えられる連続性の良い砂粒子の配列構造をも確認することができた。従来、砂の一面せん断試験結果からも理論的な数値シミュレーションからもせん断帯の卓越的な応力伝達構造の存在が示唆されていたが、今回世界で初めてその構造を明確に把握することができた。

また、Berea砂岩では、最大24 MPaまでの静水圧の载荷を行っても空隙の変化や粒子の移動・回転を観察することができなかった。変形計測結果における体積歪みから推定するとマイクロフォーカスX線CTにおける検出限界と一致するオーダーであることが判明した。マイクロフォーカスX線CTのステージ上に設置できる小型軽量の圧力容器を開発した。この圧力容器の完成により、岩石内の亀裂や粒子構造の静的な静水圧による変化を観察することができるようになった。

(¹深部地質環境研究センター、²北海道大学)

Keywords: Nondestructive visualizing tool, Microfocus X-Ray CT, New pressure vessel for micro focus CT, Crackclosure

新潟県中東地域のウラン濃集帯試料の 微量元素とウラン系列核種の挙動

上岡 晃¹・金井 豊¹

本研究では、実際のフィールドで採取された試料中の各種元素の移動・濃集に関する基礎的データを収集することを目的として、新潟県下のU濃集帯である中東地区において系統的に採取された試料につき、化学分析及びU系列核種の分析等を行った。試料は露頭において、上位の下関層（泥岩及びベントナイト）から下位の釜杭層（アルコーズ質砂岩）（いずれも新第三紀）にかけて深さ方向に約2.5mの範囲で各層準から採取した。これらの基盤には白亜紀の岩船花崗岩が存在する。化学分析は、機器中性子放射法により行った。またU系列核種は、 γ 線及び α 線スペクトロメトリーで分析した。

U濃度は、泥岩層やベントナイト層上部では10 ppm以下であるが、ベントナイト層下部から砂岩層にかけて、最大300 ppmの濃集が見られた。Thは各層準による濃度の差は小さい。希土類元素（REE）濃度は負のセリウム異常がある方が高い傾向を示し、酸化条件下でのREEの溶脱（泥岩層）及び沈着・濃集（ベントナイト層）が示唆される。砂質ベントナイト層、ベントナイト層、砂岩層（U濃集帯）の3試料については、粒径2 μ m以下から1~2 mmまでの6種の粒度に分離して化学組成を求めた。いずれも細粒のシルト・粘土サイズでU、Th、REEの濃度が高い。Hfは粒径数10 μ mで濃度が高く、碎屑性のジルコンの存在を示唆する。U及びREEが濃集する砂岩層試料の細粒部分にはリン酸塩鉱物が顕著に見られ、UやREEとリン酸塩鉱物との高い親和性が示唆される。

更に、試料に硝酸を作用させて溶出する部分とその残さのケイ酸塩部分とに分けてU系列核種を分析した。Uは硝酸に溶解した部分に高濃度であり、酸可溶性鉱物として存在していることがわかった。酸可溶性部分のU-234/U-238、Th-230/U-234放射能比は、下位砂岩層の試料はほぼ放射平衡の時の値である1の近傍に分散したが、他の試料ではTh-230/U-234がいずれも1よりも大きな値となっており、30万年以内にUが溶出していることを示す。

(¹深部地質環境研究センター)

Keywords: Natural analogue, Nakamaruke, Uranium, Rare earth element, Phosphate