

地圏環境における物質・システムの理解と有効利用

Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere

教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya



The objectives of our research are to understand the physical and chemical properties of geomaterials (rocks/soils/geofluids), reactions between fluid and rock/soil, mass transport in the surfaces, subsurfaces and crustal environments. After mega-earthquake and tsunami on March 11, 2011, we have collected and analyzed Tsunami sediments along the Sanriku coast from Fukushima to Aomori to assess the risk of tsunami sediments. Based on the bulk compositions and water leaching tests of the Tsunami sediments, we clarified the distributions, forms, and risks of heavy metals and As in the Tsunami sediments. We also revealed that Tsunami sediments can be distinguished from ordinary marine sediments by geochemical signatures, that is useful to determine the Tsunami area at the past events.

We developed our understanding of the kinetics of precipitation of silica and calcite, fluid flow in the fracture systems, fracturing under hydrothermal conditions, and material processing. These results provide fundamental basis on further utilization of geothermal energy.

主な研究テーマ

- ・東日本大震災による津波堆積物の環境評価
- ・岩石-水相互作用 (化学的作用、力学的作用)
- ・超臨界地殻流体のキャラクタリゼーション
- ・地圏環境における流体移動場と流体移動
- ・地圏環境における物質移動・拡散・濃集 (地圏環境インフォマティクス)
- ・ジオリアクターのための反応プロセス設計
- ・水熱反応および二酸化炭素の物質転換
- ・地圏物質と放射線の相互作用

東日本大震災による津波堆積物の地球化学的特徴と環境リスク

2011年3月11日のM.9.0の巨大地震によって三陸沿岸には大津波が押し寄せ、壊滅的な被害をもたらされた。海底から陸上にもたらされた津波堆積物の環境への影響が懸念されているが、その化学的特徴は未だによく分かっていない。当研究室では、これまでに東北地方(とくに宮城県全域)の土壌中の重金属およびヒ素濃度についての系統的な研究を進めており、地層・地形情報と共に GIS 情報として集約してきた(地圏環境インフォマティクス)。本年度は、その震災前の土壌のバックグラウンドデータと比較しながら、震災直後から津波堆積物の採取を開始し、検討を進めた。

試料採取は、青森県八戸市から福島県の相馬市までの津波被災地137点において行った。試料はおおむね5kmおき、特徴的なところは2kmおきに採取した。被災地域ではガレキ撤去作業の重機による擾乱などが生じていたため、残存建屋内の浸水箇所、建物の土台の中など、堆積物の保存状態がよいところを選択した。津波堆積物の主要成分および微量成分の分析を

蛍光 X 線分析装置により行うとともに、水溶出試験を行った。この試料採取・分析には、研究室メンバーの他に、基礎ゼミの一環として十数名の様々な学部の1年生の学生も参加した。

調査の結果、ヒ素は全調査地の30%以上の地点が環境基準(10 μ g/kg) 越えか、ぎりぎりの値を示していることが明らかとなった。特に基準値越えが多い地点は、含金石英脈金鉱山の密集地域やグリーンタフ地域の鉱床を後背地にもつ地域に対応しており、バックグラウンドの地質を大きく反映していることを明らかにした。また、北上山地の休廃止鉱山周辺の高いヒ素濃度は、地震によって決壊した鉱山ダム由来と、過去に金鉱山から海底にたまった堆積物が津波によって打ち上げられたものの両方の影響があることを明らかにした。さらに、多段階ろ過法によって津波堆積物中の元素の化学形態を検討し、Fe と Al はコロイド粒子を形成し、Pb はそのコロイド粒子に吸着した形で存在しているのに対し、ヒ素は、最も移動性の高いイオンとして存在していることを明らかにした。このことからヒ素の移行が他の元素よりも高い可能性が示唆される。

さらに、津波堆積物と通常海成層との間には特に Na や Ca 含有量に大きな違いがあることを明らかにした。このように津波堆積物の地球化学的な特徴による判別方法が確立できれば、過去に繰り返し起こっている大津波の浸水域を精密に決定することが可能となり、今後の被災地において、新しい道路や街を建設する上での有益な情報となると期待される。

地殻における岩石-水相互作用

震災以降、東北地方における再生可能エネルギーの1つとして地熱が再注目されている。当研究室では、地殻の熱水環境における移動、反応、破壊現象の研究を進めている。水熱反応実験により、地熱発電所の配管等に析出するシリカスケールを再現し、シリカ鉱物の種類および析出速度が溶液中に含まれ



准教授
岡本 敦
Associate Professor
Atsushi Okamoto



助教
渡邊 則昭
Assistant Professor
Noriaki Watanabe



研究員
渡邊 隆広
Researcher
Takahiro Watanabe



る Al や Na などの微量元素によって変化する事を明らかにした。また、温度差のある熱水を岩石に接触させることによって岩石の破壊を発生させる熱水誘起割れの実験を行い、その破壊条件、メカニズムの解明を進めている。可視化セルを用いて、CO₂や塩が含まれる流体の臨界点の決定を進めている。さらに、これまで進めてきた岩石亀裂中の流動シミュレーションについては、3次元チャネリングフロー、実験室からフィールド規模へのアップスケーリング、2相流のシミュレーションへと研究を展開している。

【参加国際学会・会議】

- Water Dynamics, Sendai (3/8-10)
- 17th Japan Formation Evaluation Symposium, Makuhari (9/29,30)
- Geothermal Resources Council 2011, San Diego, USA (10/24)
- American Geophysics Union, San Francisco, USA (12/5-10)

【研究プロジェクトおよび主な外部獲得資金】

- 地震発生の素過程研究(東京大学地震研究所)
- JST 東日本大震災対応(津波堆積物調査)
- JOGMEC 石油研究(渡邊)
- 科研費 基盤研究 A (土屋)、若手研究 A (岡本)、若手研究 A (渡邊)、挑戦的萌芽研究(土屋)、挑戦的萌芽研究(岡本)、挑戦的萌芽研究(渡邊)、新学術公募研究(岡本)、新学術公募研究(渡邊)



Fig. 1 Sampling of Tsunami Sediments



Fig. 2 Sampling of Tsunami Sediments



Fig. 3 XRF Analysis of Tsunami Sediments



Fig. 4 Newspaper article on the research on the Tsunami sediments

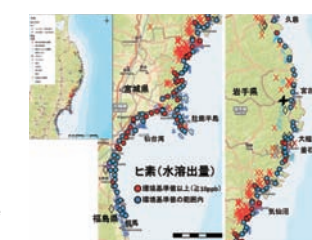


Fig. 5 The As amount of Tsunami sediments leaching into water. Red marks indicate the locations with higher As content than the regulation value.

【教育】

環境学外実習(北海道・日高山脈)
博士論文・修士論文 別掲
現在の在籍学生:D3 1名(モンゴル国費留学生)、D1 3名(1名 インドネシア国費留学生)、M2 4名、4年生 2名、3年生 4名、研究生 2名(中国、スウェーデン)在籍

【海外研修】

石橋拓也(D1) ペンシルベニア州立大学石油開発学部
5.10-8.8 (2011)
最首花恵(D1) オレゴン大学1.16-3.15 (2012)

【特筆すべき業績】

中島康隆氏(土屋研修士平成20年度修了)の論文「岩石内に隔離された流体中の有機物および微生物の非汚染検出に関する実験的検討」(中島康隆、平野伸夫、須藤孝一、岡本敦、井上千弘、土屋範芳)が日本地熱学会の研究奨励賞を受賞しました。(日本地熱学会誌、第32巻(2010)、41-48.)
山本 啓司(M2) 平成23年度地熱学会指宿大会 学生ベストポスター賞
石橋 拓也(D1) 17th Japan Formation Evaluation Symposium, Best Student Presentation Awards

研究室ホームページ

<http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/>