

資源・エネルギーの持続的開発と環境の持続の可能性

Sustainable development of resource and energy as well as sustainable possibility of environment



教授 駒井 武
Professor Takeshi Komai



准教授 渡邊 則昭
Associate Professor Noriaki Watanabe



助教 中村 謙吾
Assistant Professor Kengo Nakamura



Group Photo

エネルギー資源リスク評価学分野は、環境と資源・エネルギーの相互作用に関する様々な研究成果をもとに、地球環境における物質循環に根ざした地圏システムの理解、資源・エネルギー開発に伴う安全保障および環境リスク管理、人の健康と自然環境との関係、地圏環境における土壌や地下水等の汚染問題、さらには有害化学物質のリスク評価に関する総合的な教育・研究を実施する。

本研究室の特色は、地球科学と資源・エネルギー開発の基礎学術を基礎として、地球環境および地域環境の保全に関する技術やシステムの研究開発を実施し、教育および研究を通じて学術や社会に貢献することである。学術集会の主催や開発手法の技術公開、プレス発表等を通じて、研究成果を広く学術界および社会に発信している。

We have conducted various research studies in environmental sciences in the interest of a sustainable future. We have investigated the hydraulic properties of vuggy carbonate rocks as well as the hydraulic and mechanical properties of high-temperature fractured granite, particularly for effective development of petroleum and geothermal resources. Additionally, we have conducted a research on a new hydrogen production method using a reaction between hot spring water and aluminum. Furthermore, we have initiated new research on the risk assessment of new hazardous chemicals, an in situ heating method to produce methane hydrate resources, the reality of fluid flows in pore systems of soils, the risk assessment of coal and metal mining in developed countries, and the origin of groundwater in field scale. We have developed new knowledge and several innovative methods for data-driven environmental analyses.

環境情報の高度解析による歴史津波堆積物調査 (AIST, JAMSTEC との共同研究/基盤研究 (A))

環境中の情報は、無限であり、その情報の中から有益な情報を抽出する手法が重要となる。本研究では、歴史津波堆積物や土壌の吸着係数に着目し、情報を抽出することで、複雑化するプロセスの解明を行った (山藤 et al., 環境地質学シンポ)。

有害物質の地圏環境移動現象の解明 (AIST との共同研究/環境省特別推進費)

有害物質の大気・土壌中の流れや分布メカニズムが不透明であるため環境動態などの解析に大きな課題が残されている。本研究では、土壌中流路の可視化や吸着性を考慮した健康リスク評価モデルの開発を行った (木下 et al., 環境地質学シンポ, 中村 et al., Deammonification 2019)。

Survey of paleotsunami deposits driven by environmental data

Environmental information is infinite and complex, so it is important to identify which factors are beneficial. In our study, we examined paleotsunami deposits and soil adsorption coefficients. Through data-driven analysis, we elucidated a complex and wide variety of environmental processes.

Research on the geo-environmental transfer of topical materials

Recently, air and soil contamination have become serious problems. Elution tests are the best-known method for the evaluation of the behavior of heavy metals and volatile organic compounds from contaminated soil. Such tests are very complex, both in soil and in water. The purpose of this study is to assess human health risks using a self-made model that considers the adsorption coefficient.

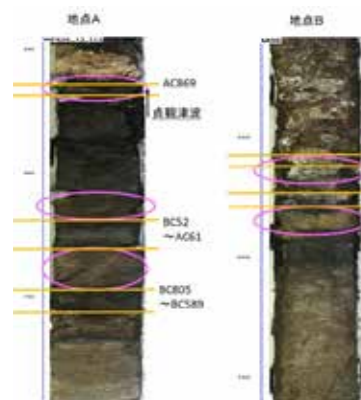


Fig.1 Paleotsunami deposits core by geoslicer



Fig.2 Geochemical survey in Botswana

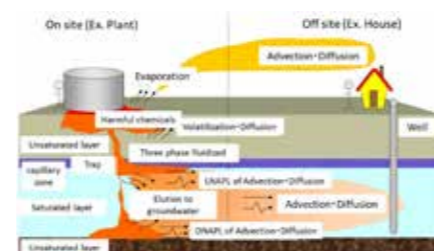


Fig.3 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area

地下水や鉱山の元素挙動の解析 (JICA との共同研究)

日本国外の調査 (モンゴル, インドネシア, ボツワナ) を通じて、地域住民の重金属類のリスク評価や飲用・工業に用いられる地下水の再供給のメカニズムを明らかにした。

超臨界/超高温地熱貯留層の造成および維持 (JSPS 科研費基盤研究 (B), 科研費挑戦的研究 (萌芽), ドイツとの国際共同研究, NEDO 受託研究)

発電に利用可能な超臨界水や過熱蒸気の生産が期待される 400°C 以上の地下環境 (超臨界/超高温地熱環境) での貯留層造成の可能性を検討するため、花崗岩の水圧破碎実験を実施した。その結果、貯留層としての利用が期待できる高密度透水性き裂ネットワークが形成されうることを見出した (Watanabe et al., Sci. Rep., 2019)。またこの破碎メカニズムを応用することにより、CO₂ などの低粘性破碎流体を用いれば従来型地熱環境でも熱抽出に有利なき裂ネットワークが形成されうることを見出した (Pramudyo et al., SPWLA, 2019)。加えて、国際岩の力学学会 (ISRM) の特別会議においてこれらの成果に関する基調講演を行った。さらに、形成したき裂の透水性制御の可能性を検討するため、花崗岩き裂の透水性に及ぼす応力レベルおよび間隙水圧の影響を透水実験を通じて検討した。その結果、ある特定の条件下において透水性が安定化あるいは増加することが明らかになった (Watanabe et al., Appl. Energy, accepted)。

高温油ガス貯留層/地熱貯留層の新・化学的坑井刺激法 (JAPEX との共同研究)

150°C~200°C 程度の火山岩油ガス貯留層あるいは地熱貯留層の新しい坑井刺激法として、選択的な鉱物溶解により浸透性を改善する手法を着想した。本年、高温で使用可能であるが生分解性も有する特殊な薬剤を用いて特定の鉱物を迅速に溶解して浸透性を改善することを狙った、環境負荷と誘発地震の懸念が小さな本手法の実現可能性を検討するための室内実験を開始した。

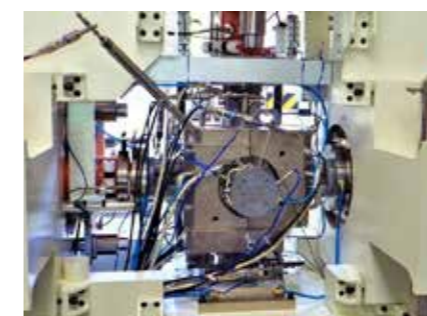


Fig.4 Supercritical/superhot hydraulic fracturing experiment on granite



Fig.5 Keynote lecture at the ISRM specialized conference by Assoc. Prof. Watanabe

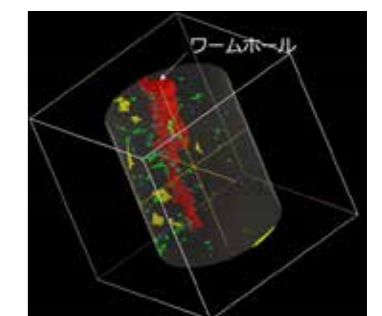


Fig.6 Wormhole formation by the selective dissolution of minerals in a volcanic rock

Assessment of trace elements in groundwater and mining

We referred to surveys conducted outside of Japan (in Mongolia, Indonesia, and Botswana) to clarify the mechanisms behind groundwater recharge and the transfer of trace elements. This increased our understanding regarding the local peoples' real lives.

Creation and control of geothermal reservoirs in supercritical/superhot geothermal environments

We have conducted hydrofracturing experiments on granite with water at supercritical temperatures. As a result, we have found the possibility to create dense networks of permeable fractures, i.e. geothermal reservoirs, in supercritical/superhot geothermal environments (above ca. 400°C), which is a new geothermal energy frontier (Watanabe et al., Sci. Rep., 2019). Additionally, based on the mechanisms of this fracturing, we have found that an excellent fracture pattern, suitable for geothermal energy extraction, may occur even in conventional geothermal environments if a low-viscosity fluid such as CO₂ is used as a fracturing fluid (Pramudyo et al., SPWLA, 2019). We presented these results in a keynote lecture at a specialized conference of the International Society for Rock Mechanics (ISRM). Furthermore, we have conducted flow-through experiments on fractures in granite to investigate how stress level and pore pressure influence the fracture permeability. As a result, we have found the possibility of controlling fracture permeability, which may be stabilized or enhanced at specific conditions (Watanabe et al., Appl. Energy, accepted).

New chemical well stimulation for high-temperature oil/gas and conventional geothermal reservoirs

We have proposed a method to enhance permeability through selective dissolution of rock-forming minerals, as a new well-stimulation method for oil/gas and geothermal reservoirs at 150–200°C. This year, we have initiated some laboratory experiments to clarify the possibility of a new method that uses a biodegradable chemical agent for rapid and selective dissolution of rock-forming minerals.