

岩石の変形・破壊・摩擦過程における水の役割に関する実験研究

Laboratory studies of effects of water on deformation, fracture, and frictional processes of rocks

増田 幸治[1], 新井 崇史[1]

Koji Masuda[1], Takashi Arai[1]

[1] 産総研

[1] AIST

<http://staff.aist.go.jp/koji.masuda/>

水などの地殻内流体の存在や流動は地震発生過程のさまざまな段階に大きな影響を及ぼす。地殻内の流体（例えば水）が地殻の強度を急激に変化させ、それが地震の発生につながるということは十分考えられる。地下での水の流れや水圧の変化が、地震活動を誘発したり大地震のトリガーになっていることなども観測から示唆されている。また、地殻深部に及ぶ断層帯でも水の存在が示唆され、地殻深部での断層運動において水が重要な役割を果たしていると考えられる。産業技術総合研究所（旧地質調査所）では、地震発生過程における水の役割を調べるため、岩石変形や破壊過程における水の役割のメカニズムを、室内実験によって明らかにしようとする研究を行ってきた。これら主に産業技術総合研究所で行われてきた室内岩石実験の結果・現状・今後の課題について報告する。

岩石の変形・破壊強度・摩擦に対する水の影響には、物理的な効果と化学的な効果の2つがある。物理的な効果はクラック内や空隙に存在する水により間隙水圧が上昇し、結果として岩石に加わっている封圧や応力を減少させるのと同じ効果をもたらすというものである。化学的な効果は、水が存在することによって応力腐食作用に代表される化学反応がおこり、結果として岩石の強度が時間に依存するというものである。

岩石中の空隙に存在する水の圧力によって破壊が促進される物理的な効果を調べるために、室内変形実験によって、岩石試料に水を注入し多数の微小破壊を誘発させ、その発生条件や誘発微小破壊の性質を調べた。破壊強度に近い値の応力をうけた状態の岩石試料に水を注入すると、多数の微小破壊が発生し、P波トモグラフィーでモニターした浸透流と微小破壊の震源分布を比較することによって、浸透流はクラックが多く分布している部分に選択的に浸透し、そこで破壊を引き起こしていることがわかった。

水の存在する環境下（wet）と乾燥した状態（dry）での岩石の破壊・変形挙動の時間依存性を調べた。変形の歪速度が遅いほど、封圧が大きいほど、dryよりもwetな状態ほど、岩石の強度や変形に対する時間効果が大きく現れた。これは岩石内部のクラック先端部分での水と岩石の化学反応による結果であろう。

さらに地震発生場における断層運動に対する水の役割に関する素過程を調べるために、花崗岩質地殻の構成要素鉱物である石英や長石ガウジの摩擦挙動を、高温高圧下で水がある状態と乾燥した状態で調べた。その結果、温度が200度Cから400度Cに上がると（300度Cを通過すると）摩擦強度に低下がみられること、600度C以上では水の存在による効果が大きく現れることがわかってきた。

地震発生場における破壊・摩擦・流動現象における水の役割を定量的に理解するためにはマクロの観測事実に加えて、地震発生場に存在すると考えられる断層物質の構成要素鉱物の系統的な室内実験データの蓄積が必要である。これら断層構成物質の地震発生環境下におけるデータはミクロの素過程に関する有益な情報を提供するが現状ではそのデータが少ないので、今後とも精力的に行っていくべき分野である。