

## 高温高压環境下における鉱物表面の水の赤外分光測定

## IR spectroscopy of Water at Mineral interface under High Temperature and High Pressure conditions

# 阿部 淳 [1]; 平野 伸夫 [2]; 土屋 範芳 [2]

# Jun Abe[1]; Nobuo Hirano[2]; Noriyoshi Tsuchiya[2]

[1] 東北大院・環境; [2] 東北大・院・環境科学

[1] Environmental Studies, Tohoku Univ.; [2] Environmental Studies, Tohoku Univ.

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

室内実験において高温高压環境下で熱水と花崗岩とを相互作用させることにより、花崗岩中の石英粒子に微小き裂が発生する熱水誘起割れ (HDF: Hydrothermally Derived Fracturing) が生じることが認められている。このようなき裂は自然界に存在する岩石中にも観察されており、天然の環境下でも HDF が生じる事が確認されている。き裂の発生には石英表面付近に存在する蒸気状態の水が大きく関与すると考えられ、岩石-熱水界面におけるさまざまな相互作用を解明することは岩石の破壊現象だけでなく、熱水との相互作用により生じる岩石の変質や造岩鉱物の形成を理解するのに有効である。本研究では高温高压環境下での固液界面のその場分光分析が可能な高温高压セルを開発し、顕微赤外ラマン分光計とを組み合わせることにより高温高压環境下での水-岩石界面の赤外吸収スペクトル測定およびラマン散乱スペクトル測定を行っている。赤外およびラマン分光法を用いて高温高压環境下での水-岩石界面での水分子および岩石鉱物の分子結合状態を解析することにより、熱水環境下で岩石が破壊するメカニズムの解明を目指す。

高温高压環境下での金属 (ハステロイ) 表面、または人工石英表面付近に存在する水の赤外吸収スペクトル測定結果から、金属表面付近に存在する水分子の OH 伸縮振動のピーク波数は一定圧力では高温ほど高波数側に移動し、一定温度では高圧ほど低波数側に移動した。これは高温条件ほど OH 伸縮振動の振動エネルギーが大きくなりピーク波数は気相条件の OH 伸縮振動数  $3700\text{cm}^{-1}$  に近づき、高圧条件ほど振動エネルギーが小さくなり氷の振動数  $3200\text{cm}^{-1}$  に近づいた事に起因すると言える。石英表面付近に存在する水分子の OH 伸縮振動ピーク波数は高温条件ほど高波数側に移動するが、圧力条件により大きく変化しないことが認められ、金属表面の水の赤外吸収特性とは異なる挙動を示した。このことは石英表面のシラノール基と石英表面付近の水分子が水素結合することにより、振動数が拘束された水分子の層が石英表面に形成された事を示唆しており、水分子の振動が固体表面構造の影響を受けていると推察される。つまり固体表面との相互作用により固体界面の水が分子レベルで構造変化を起こしていると考えられる。石英表面の水のピーク波数が圧力条件によってわずかしか変化しないのは石英の溶解による水の構造変化によるものとも考えられる。そのため石英鉱物を溶解させた水溶液の赤外吸収スペクトルを測定し比較を行った。その結果、OH 伸縮振動のピーク波数は高温条件ほど高波数側に、高圧条件ほど低波数側に移動し金属表面の水の赤外吸収特性と同様の傾向を示した。これはつまり石英表面の水の特異な赤外吸収スペクトル変化は石英の溶解による水の構造変化ではなく、水と石英表面構造との相互作用によることを示している。

この構造化された水分子の厚さは不明であるが、従来数 nm と考えられていた固体表面の構造水は、珪酸塩鉱物表面では数 100nm 程度? に達する可能性がある。これらの結果から、高温高压下で鉱物表面の水分子の構造は常温常圧の自由水とは異なり、この物性の違いが HDF 現象を誘発し、鉱物の変形・再結晶などに寄与している可能性が指摘できる。