

脱水を伴う固着すべり時の応力降下と再来周期に関する反応速度論的研究 Kinetics study on stress drop and recurrence interval during stick-slip with dehydration

*岩崎 将明¹、武藤 潤¹、長濱 裕幸¹、佐々木 勇人²

*Masaaki Iwasaki¹, Jun Muto¹, Hiroyuki Nagahama¹, Yuto Sasaki²

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東京大学地震研究所（大学院理学系研究科）

1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo (Graduate School of Science)

脱水反応を伴う岩石の変形実験から、物質の相変化および生じた水が岩石の力学的挙動に影響を与えることがわかってきた。特に、摩擦係数や間隙流体圧によって地震発生域の安定性は変化すると考えられている。力学的性質の変化から不安定すべりやひずみの局在化に及ぼしている影響に焦点を当てた研究が多く行われている（たとえば、Proctor and Hirth, 2015）。一方で、実験中の脱水反応によって生じる水の体積が、試験機と圧力計をつなぐ配管の体積と比較して小さいため、正確な測定が難しい。そのため、現在では間隙水を推定する、あるいは間隙流体圧を制御した実験を行うことで、力学的挙動を測定する手法がとられている（たとえば、Leclere et al., 2016）。この手法を用いた先行研究では、複数回のすべりイベントにわたって測定しているものはなく、脱水反応と再来周期を結びつける研究は行われてきていない。また、脱水反応を力学的性質からではなく、相変化における反応速度論的に議論した研究も少ない。Sawai et al. (2013) では蛇紋岩の脱水反応の際に反応速度論的モデルを適用し、実験中の脱水反応を議論している。しかし、同様に複数回のすべりイベントにわたって適用した研究はなく、再来周期について反応速度論的に議論した研究は行われてきていない。しかし、脱水反応が続いている中で複数回のすべりイベントが生じるならば、その再来周期を反応速度論的に記述することが可能だと考えられる。

本研究では佐々木ほか（2016）で行われた三軸圧縮試験機のデータを用いて解析を行った。この実験では、プレカット斑レイ岩ピストンで挟んだ焼石膏ガウジ試料について、封圧10~200 MPa、室温~180°C下でガス圧試験機による変形実験を行った。その結果、200 MPa, 70°Cでは、相転移せず、固着すべりを示し、力学強度は増加したのに対し、脱水条件付近と考えられる200 MPa, 110°C以上では固着すべりの挙動が衰え、歪弱化し、最終的に強度がおよそ0となった。

得られたデータから実験封圧における再来周期および応力降下量の計算を行った。その結果、脱水反応を示さない実験では、再来周期および応力降下量と封圧の間に線形比例の関係が見られた。一方で、脱水反応を示した実験では、一定封圧下にも関わらず、再来周期および応力降下量ともに、時間とともに減少が認められたため、有効封圧が減少していると考えられる。このことから、有効圧の法則を用いて、間隙流体圧の発展の推定を行った。更に、それを反応速度論的に議論するため、相変化を物理化学的に記述する際に用いられるAvramiの式で、実験開始時刻における間隙流体圧の変化に対してフィッティングを行った。その結果、間隙流体圧の発展がAvramiの式を用いて記述できることが分かった。異なる鉱物にも本研究と同様の速度論的なアプローチをすることで、脱水反応で生じる力学的性質の違いなどを評価することができると考えられる。