

鏡肌の微細組織と成因

Microstructures and formation process of slickenside

西脇 隆文^{1*}, 安東 淳一¹, 廣瀬 丈洋², 鍵 裕之³

Takafumi Nishiwaki^{1*}, Jun-ichi Ando¹, Takehiro Hirose², Hiroyuki Kagi³

¹ 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻, ² 独立行政法人 海洋研究開発機構高知コア研究所, ³ 東京大学地球化学実験施設

¹Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate school of science, Hiroshima University, ²Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Geochemical Laboratory, The University of Tokyo

はじめに: 断層運動の素過程は地表に露出する断層岩の微細組織観察によって理解する事が可能である。本研究が対象とする“鏡肌”は多くの断層で確認でき、滑らかな光沢を示す顕著な特徴を有する。その存在は古くから知られているが、成因や断層運動に与える影響に関してはほとんど理解されていない。そこで本研究では、天然の石灰岩中に発達した鏡肌を主に分析透過型電子顕微鏡 (ATEM)、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて観察し、その微細組織を明らかにする事を試みた。また、回転式高速摩擦試験機を用いて鏡肌の再現実験を行い、力学データと回収試料の微細組織観察から鏡肌の形成過程を考察した。

鏡肌試料: 観察に用いた鏡肌はスイスアルプス地方東部に分布する Glarus 衝上断層面上に発達するものである。Glarus 衝上断層は上盤の Helvet ナップが漸新世から中新世の間に水平距離で約 30 km から 40 km 北方に移動した世界最大級の衝上断層とされている。Glarus 衝上断層中には層厚 1 m ~ 2 m の石灰岩 (Lochseiten 石灰岩: LK) 層が狭在されており、鏡肌はこの LK 中に発達する。露頭観察を行ったスイス Glarus 州 Linthal では、風化を受けていない鏡肌は非常に強い光沢を有し、鏡肌面には平行に伸びる条線が発達する。

再現実験: 実験試料には Carrara marble (方解石: 99 vol%, 平均粒径: 160 μ m) を円筒形 (外径 25 mm, 内径 15 mm) に加工したものを使用した。実験条件はすべり速度が 0.10 m/s、垂直応力が 1.0-3.0 MPa、すべり変位量は最大 5 m とした。各実験の前に、低速度 (0.01 m/s)・低荷重 (0.3 MPa) で模擬断層面同士が平行になるまで回転させ、その後に実験を行った。

結果・考察: 鏡肌の観察の結果から、以下の事が明らかになった。1) 鏡肌は方解石の組成を持つ厚さ数十 nm の薄層である。2) この薄層は長径が数十 nm、アスペクト比約 0.1 の偏平な粒子から構成される。また、実験からは以下の事が明らかになった。3) 実験においても天然のものと同じ微細組織を持つ鏡肌が形成された。4) 鏡肌は比較的低速のすべり条件 (0.1 m/s) においても形成された。5) 鏡肌はすべり変位量と垂直応力が大きいほど広範囲に形成される。6) 垂直応力が大きいほど、短いすべり変位で鏡肌は形成される。7) 鏡肌の形成による摩擦強度の劇的な減少は見られない。8) 鏡肌の形成に先立ち、断層面上の凹凸が剪断によって破碎され細粒粉砕物が形成されている。鏡肌はこの細粒粉砕物上に発達している。以上の結果は、鏡肌は細粒粉砕物が剪断でさらに細粒化し、“トライボフィルム”と同様の剪断応力下での焼結現象を伴って形成される事を示唆している。現在は、実験により形成された鏡肌について SEM、TEM を用いて微細組織観察を進めている。

キーワード: 鏡肌, 断層運動, 微細組織, Glarus 衝上断層, 摩擦実験

Keywords: slickenside, faulting, microstructure, Glarus thrust, friction experiment