

マントル岩上昇時に脆性-延性遷移帯で形成されたmylonitic pseudotachylyte、イタリアアルプス

Mylonitic pseudotachylyte from the brittle-ductile transition produced during exhumation of the Balmuccia peridotite

上田 匡将^{1*}, 小畑 正明¹, 小澤 一仁², Giulio Di Toro³

Tadamasa Ueda^{1*}, Masaaki Obata¹, Kazuhito Ozawa², Giulio Di Toro³

¹京都大学理学研究科地球惑星科学専攻, ²東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, ³INGV, Rome, Italy

¹Div. of Earth&Planetary, Kyoto Univ., ²Dept. of Earth&Planetary, Univ. of Tokyo, ³INGV, Rome, Italy

現在、過去に起こった地震の地質学的証拠となる変形岩は断層面上での摩擦溶融で形成したシュードタキライトのみであるが、この岩石はメルト由来の組織が明瞭に保持されていない場合は認定が難しいという難点がある。また、主要な地震は脆性-延性遷移領域付近で発生すると考えられるが、このような場では高い環境温度や塑性変形による再結晶によって、地震時に形成される微細な組織が容易に改変を受けやすいので注意が必要である。地震の震源過程を物質科学的に解明するためには、この脆性-延性遷移領域付近の地震活動の指標となる変形構造・組織の研究方法を確立することが求められる。一般に岩石が塑性変形して細粒化した変形岩をマイロナイトと呼ぶが、このような岩石の中にも地震性の変形(全て)によって形成されたものが認定できるかがポイントである。

本発表では北イタリアのBalmucciaかんらん岩体に産する、地震時の摩擦発熱による岩石の溶融によって形成したと考えられる一連のウルトラマイロナイトをmylonitic pseudotachylyte(以下MPTと略す)と呼び、その組織・産状、及び周囲の岩石に見られるその他の断層岩との関連について観察されたことを報告する。「ウルトラマイロナイト」はマイロナイトの中でも岩片(clast)の量が10%以下のものを指す岩石名である。

MPT断層脈は溶融を経ていないマイロナイトをともなって産する。このことは、ガラスを保持したシュードタキライトがカタクレサイトをともなうことと対照的である。MPTの断層脈は典型的には、厚さ1mmから1cm程度であり、かんらん岩の母岩と明瞭な境界によって分かれたれ、稀に断層脈から母岩中に派生する注入脈を伴うことがある。MPTは σ タイプや δ タイプのポーフィロクラストをしばしば含む。MPT基質は単ニコル下で褐色を呈し、かんらん石、斜方輝石、単斜輝石、スピネル、ドロマイト±斜長石から構成される完晶質組織を示す。基質粒径はサブミクロン-数 μm 程度である。このマイロナイト様の基質部分は鏡下で光学的異方性を示し、これは電子線後方散乱回折によって得られた基質かんらん石の結晶定向配列と調和的である。MPTが単斜輝石の樹枝状結晶を含むなどのメルト由来組織を示すシュードタキライト脈に移り変わるケースが観察された。

その他の変形岩には以下のものである。I)ポーフィロクラスト状組織を締めずマイロナイト(パーガス閃石スピネルかんらん岩相、粒径数十 μm 程度)、II)S-C構造を有したマイロナイト(パーガス閃石斜長石かんらん岩相)、III)カタクレサイト(間隙が低温で安定な含水鉱物で充填されている)、IV)ガラスや明瞭な火成岩組織を保持したシュードタキライト。

剪断帯や断層に対する母岩の組織は粗粒(数百 μm から1mm程度)スピネルかんらん岩やかんらん岩プロトマイロナイトである。

MPTとポーフィロクラスト組織マイロナイト、S-Cマイロナイトは一連の断層システムとして産する。パーガス閃石を含み緑泥石を含まないかんらん岩鉱物共生はこれらの断層形成時の高い環

境温度を示す(>~600°C) (高温タイプ断層)。一方、ガラスを含むシュードタキライトはカタクレーサイトとともに産し、形成時の環境温度が有意に低かったことを示す (低温タイプ断層)。低温タイプの断層は高温タイプの断層を切っている。

高温タイプであるMPTを含む断層ネットワークはSesia川沿いのよく磨かれた露頭に観察される。MPT断層の中には互いに交叉(切断)関係を有するものがあり、この関係から断層の形成順序がある程度推定できる。この形成順序に対応して、断層物質の鉱物共生が高圧(>700MPa-1GPa)のスピネルかんらん岩相から低圧(<700MPa-1GPa)の斜長石かんらん岩相に変化しており、この断層群は岩体が上部マントルから上昇してくる過程で、地震が繰り返り起こり、この変形を順次に記録しながら発達してきた様子が読み取れる。断層岩の変形組織も発達順序に応じて、初期のポーフィロクラスト組織を持つ比較的粗粒なマイロナイトからMPT、そしてS-C構造を持つマイロナイト (シュードタキライト脈を伴う) へと変化したことが読み取れる。

以上から、Balmucciaかんらん岩体の断層ネットワークはマントルかんらん岩の脆性 - 延性遷移を記録していると考えられ、特にMPTは震源領域下限付近の地震性変形を記録した断層岩だと考えられる。

キーワード:震源過程,シュードタキライト,マイロナイト,脆性 - 延性遷移

Keywords: seismogenic process, pseudotachylyte, mylonite, brittle-ductile transition