

Seismogenic deformation structures in the brittle-ductile transition regime; a case study of ultramafic pseudotachylytes and related deformed rocks in the Balmuccia peridotite body, Italy

脆性－延性遷移領域における地震性の変形構造：イタリア、バルムチャかんらん岩体に産する超マフィック組成シュードタキライトと随伴する変形岩の研究

上田 匡将

要旨

本研究ではイタリア・バルムチャかんらん岩体に産する、ウルトラマイロナイト様組織を持つ超マフィック組成マイロニティックシュードタキライト（以下 M-type シュードタキライト）、およびそれに付随する岩石の変形組織を記載する。脆性－延性遷移領域は理論的には地殻やリソスフェアで最も強度の大きい領域であり、大規模地震の震源領域となりやすい。しかし、脆性変形と延性変形が複合的に働く同領域の変形プロセスには謎も多い。M-type シュードタキライトは、そのウルトラマイロナイト様の組織からかんらん岩の脆性・延性遷移領域付近での地震活動によって形成されたと考えられるため、M-type シュードタキライトの組織解析は、地震発生を含む、脆性－延性遷移領域の複合的な変形メカニズム解明の手掛かりとして重要である。本論では地震時の剪断加熱による熔融を被った岩石をシュードタキライトとして扱うが、脆性・延性遷移領域付近では熔融組織と塑性変形組織の識別が非常に困難であった。特に M-type シュードタキライトはウルトラマイロナイト様組織を示すため、そのメルト起源性には議論の余地が残っていた。

本論では、室内実験の知見から超高温メルト中に取り込まれたスピネル結晶片が partial dissolution して形成されたと考えられるスピネルコロナイト組織を、熔融の新たな指標として採用した。この新たな指標と急冷結晶やガラス等の既存の部分熔融の指標を用いて、研究対象の岩石をシュードタキライトとその他の変形岩に区分した。後者は、蛇紋岩脈、マイロナイト、アニールドカタクレーサイト、Type II カタクレーサイトに分類した。シュードタキライトは、Type II シュードタキライト、M-type シュードタキライト、更に新たな岩相として I-type シュードタキライトの 3 種に分類した。Type II シュードタキライトは熔融組織を良く保存した最も典型的なシュードタキライトである。

I-type シュードタキライトは火成岩的な組織をもつが、その組織変化にともなって、M-type シュードタキライトに似た組織に連続的に変化している例を見出した。スピネルコロナイトの発見と、Type II シュードタキライトと M-type シュードタキライトの組織的ギャップを埋める I-type シュードタキライトの発見によって、M-type シュードタキライトのメルト起源性が補強された。

変形組織間の切断関係と岩石組織から、各変形組織は岩体が単調に冷却・減圧する過程で形成されたものであり、マイロナイトの形成タイミングは M-type シュードタキライト形成前であると判断した。これは同地域のマイロナイトが地震後の塑性変形で形成したとする既存文献と異なる考えである。さらに M-type シュードタキライトの産状、およびその基質に見られるかんらん石結晶定向配列の再検討から、同岩は地震イベント終了時の組織を保持していることが示唆された。

調査地域地質の検討によって、バルムチャかんらん岩の粗粒組織は、従来言われてきたマントル条件とは異なって、下部地殻内に取り込まれたかんらん岩レンズの変形を表していると判定した。このかんらん岩レンズを変形させた変形場と調和的な、南北伸長を示す M-type シュードタキライトの共役断層系を発見し、M-type シュードタキライトも同変形場のもとで形成されたと解釈した。M-type シュードタキライト形成時の周囲の母岩の平衡温度(800°C)を考慮すると、地震発生時にかんらん岩体周囲の地殻物質は延性変形していたと考えられる。このことは、系統だった変形組織間の切断関係と合わせて、M-type シュードタキライトがかんらん岩の脆性—延性遷移領域付近の条件下にあったかんらん岩体内部で発生した地震を記録した変形岩であることを示唆する。この地震変形の素過程として、M-type シュードタキライトの断層に関連するマクロおよびミクロな構造を基に、anti-crack 形成が地震発生に関与していた可能性を議論した。