

マイロニティックシュードタキライト断層を伴う、剪断方向に有限長のマイロナイト剪断集中領域；地震の破壊開始点？

Mylonite shear localized region with finite length, associated with mylonitic pseudotachylyte; an ancient hypocenter?

上田 匡将^{1*}

UEDA, Tadamasu^{1*}

¹ 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻

¹ Div. Earth&Planetary Sci., Kyoto Univ.

イタリア北西部 Balmuccia かんらん岩体に、非溶融起源のかんらん岩マイロナイトからなる、剪断面方向に延長が限られた（端が認定できる）塑性剪断集中領域（剪断面垂直方向に $\sim 40\text{cm}$ 、剪断面平行方向に 2m 以下）を見出した。このマイロナイト剪断集中構造は非常に稀で、かんらん岩体に含まれる初生的な輝岩マーカー岩脈と斜交して発達しており、同マーカーを変形させている。岩脈マーカーは 1m 程度の間隔で互いに平行に分布しており、同マーカーの変形により露頭における変形集中構造の分布が判別できる。同剪断集中体の剪断歪は岩脈の変形により 2 以上と見積ることができる。当該剪断集中領域はその剪断変形が最も集中した部分に、剪断面と同一の方向を有し、剪断集中領域外側に延長が続く、厚さ $\sim 1\text{mm}$ のマイロニティックシュードタキライト断層脈を伴う。マイロニティックシュードタキライト断層脈中のポーフィロクラストの伸びの方向と露頭面との角度は $\sim 50^\circ$ であり、露頭表面における輝岩岩脈の断層の変位は $\sim 40\text{cm}$ である。マイロナイト断層集中領域は断層の南東側に限定されている。

剪断集中領域のマイロナイトでは初生的な粒径 $\sim 2\text{mm}$ の粗粒かんらん岩中に粒径 $\sim 20\ \mu\text{m}$ の再結晶粒が形成している。再結晶粒部の占める割合は剪断集中面から 40cm 遠方の $\sim 15\%$ （かんらん岩）、 $\sim 5\%$ （輝岩）から剪断集中領域内の $\sim 40\%$ （かんらん岩、輝岩）へ増加する。再結晶粒部の鉱物組み合わせは、かんらん岩中、輝岩中ともに、かんらん石、単斜輝石、斜方輝石、スピネル、ホルンブレンドであり、初生的な粗粒かんらん岩の鉱物組み合わせに比してホルンブレンドが付加している。マイロナイトのポーフィロクラストは波動消光を示すが、純粋に単相での動的再結晶は非常に稀であり、かんらん石ポーフィロクラストの再結晶部には必ず少量のスピネル、場合によって斜方輝石や単斜輝石がかんらん石に加えて存在する。一部の単斜輝石・スピネルポーフィロクラストには波動消光を伴った単斜輝石結晶の開裂と、開いた部分をスピネルがくさび形状で充填していて、このくさびの先端に向かってスピネルのAIが富んでいく組織が見られる。剪断集中構造内外の再結晶粒部に輝石地質学的温度計を適用した結果、 $800\sim 850$ の温度が得られた。

これらの構造発達は以下のように解釈することができる。まず、マイロナイト剪断集中構造は断層の片側に限られることは、剪断集中構造形成後、同剪断集中域が断層に切られたためと考えられる。断層兩岸の岩相はどちらもかんらん岩・輝岩であるため、もしこれが断層形成後の変形であれば断層を挟んで両側に同程度の剪断集中構造が発達しなければならないからである。断層に切られたもう反対側は、断層の露頭垂直成分変位によって露頭面外に移動したと考えられる。したがって、マイロナイト剪断集中は断層形成前に、孤立したおそらく扁平な楕円体状の形状で岩体中に形成し、その後シュードタキライト地震断層が剪断集中領域と同じ場所同じ方向で発達したと考えられる。

剪断集中が起きているので、岩石はマイロナイト化とともに弱化したと考えられる。この周囲より弱化したマイロナイト剪断帯が扁平な楕円体形状で存在することはすなわち、剪断集中領域の先端付近に応力集中が存在したことを示唆する。しかし、マイロナイト化がホルンブレンド形成を伴う加水反応を伴って進行していたこと、マイロナイト化に伴って有意な温度上昇が検知されていないことから、マイロナイト化は環境温度に束縛された一定の反応速度で進行したと考えられる。マイロナイト剪断集中領域のアスペクト比が増すにつれ応力集中は増大するがマイロナイト化の速度が限られているため一定程度以上の応力集中が緩和しきれない。このように、環境温度で弱化過程進行速度が限定されるメカニズムでの、剪断方向に端が存在する剪断集中領域を形成するような剪断集中にともなっては、テクトニック応力が岩石の破壊強度未満でも、いずれ周囲の媒体の破壊するほどの応力集中が剪断集中領域周辺に発達すると考えられる。

キーワード: 剪断集中, マイロナイト, シュードタキライト, 前駆変形, 地震発生過程, 脆性 - 延性遷移領域

Keywords: shear localization, mylonite, pseudotachylyte, pre-seismic deformation, seismogenic process, brittle-ductile transition zone