

ウルトラマイロナイト(またはsheared)シュードタキライト：その産状と地震発生学的意義

ultramylonitic (or sheared) pseudotachylyte and its seismogenic significance

小畑 正明^{1*}, 上田 匡将², Di Toro, Giulio³

Masaaki Obata^{1*}, Tadamasa Ueda², Di Toro, Giulio³

¹京都大学大学院理学研究科, ²京都大学大学院理学研究科, ³INGV, Rome

¹Kyoto University, ²Kyoto University, ³INGV, Rome

断層面の摩擦発熱による岩石の溶融・メルトの形成は断層面の摩擦特性と迂り挙動を左右する重要な現象である。地下深部で岩石破断剪断面にメルト層が形成すると、動摩擦係数は急速に低下するので不安定すべりが生じ、蓄積されたモーメントが急激に解放されることで大地震の発生につながる。この意味で摩擦発熱によるメルト形成は大地震発生メカニズムとして重要である。一方、地震発生時に断層面に形成したメルトの急冷でできたとされるシュードタキライトは地震学的にも重要な岩石であり、これまで世界中で多くの記載岩石学的研究がなされてきた。これらシュードタキライトの詳細な研究が、地震発生のメカニズム解明、特に断層面の力学的特性解明にいかなる貢献ができるのか問われるところである。

現在「シュードタキライト」と認定されている岩石には、ガラスの存在や、様々の急冷組織からメルト起源であることが明瞭であるものから、そのような火成岩組織を持たない、メルト起源であることが必ずしも明らかでないものまで様々なものが存在する。なかには融解によらず、粉碎による細粒流動化で生じた「シュードタキライト」の存在も主張されていて定義に曖昧さがあり、やや混乱した状況にあるのが現状である(Lin, 2008, *Fossil Earthquakes: the formation and preservation of pseudotachylytes*, Springer)。

われわれはイタリアアルプスのマントル起源のBalmucciaかんらん岩から、ウルトラマイロナイト組織を有する新しいタイプの超塩基性シュードタキライトを見いだした(Ueda et al, 2008, *Geology*, v. 36)。このサンプルは極細粒(サブミクロン)で、かつ明瞭な流理構造を持つことから「ウルトラマイロナイト」に分類できるものである。教科書的には、マイロナイトあるいはウルトラマイロナイトは、融解を伴わずに、岩石の塑性(流動)変形により、粗粒岩石が細粒化することにより形成する変形岩であるとされているので紛らわしいが、我々がBalmucciaで見いだしたサンプルは、メルトが剪断場で急冷固結することにより形成したメルト起源のものであることが重要なポイントである。組織的には完晶質で明瞭な火成岩組織を示さないのが通常の(すなわち、融解によらない固体変形の)ウルトラマイロナイトとの判別が難しい面はあるが、断層面につながる注入脈を伴うことから、このサンプルがメルト起源であることが明らかになった。類似の組織を有するマイロナイト様岩石は、他地域でも産することが文献から読み取られるが、その多くはシュードタキライト、すなわちメルト起源を有するものとは認定されずに、単に変形岩としての「ウルトラマイロナイト」と記述されており、その真の成因については文献だけでは判断しづらい。岩石学としてはメルト起源のものとはそうでないものを判別するより明確な基準(指標)が求められるところである。

メルト起源のシュードタキライトが構造を持つか持たないかは、以下に述べるように、メルトの急冷固結と断層面の剪断迂りの停止の前後関係によって決定されるであろう。剪断面でメルト層が発生すると、特に超塩基性メルトの場合は粘性が極端に低いいため、迂り摩擦が事実上消滅す

る。このため母岩に蓄えられたモーメントの急速な解放が起こり、弾性エネルギーが地震波として放射される。同時に摩擦が消滅するため摩擦発熱も止み、この時点で高温メルトの急冷が開始する。温度下降途上メルトの固化が始まる前に、迂りが止む場合は無構造の(massive)シュードタキライトとなって破断面は固着(heal)するが、メルトの固化が始まっても迂りが完全に止んでいない場合はクリスタルマッシュの剪断塑性流動による流理構造が発達するであろう。後者の場合は断層面の摩擦係数はメルトの固化のため短時間であっても再び急速に上昇し、これが残存迂りを完全に止めることに働くであろう。またこの冷却時の摩擦発熱により、冷却速度が緩和されることで急冷はeffectiveに働かなくなり、これがシュードタキライトの動的再結晶を促し、場合によっては部分的な再溶融を引き起こすこともあるかもしれない。もちろんこのようなプロセスとは別に、いったん冷却固化したシュードタキライトが後の非地震性の剪断変形でマイロナイト構造を獲得するケースもあるであろうが、そのようなケースとcoseismicなものとのより有効な判別方法が求められるところである。講演では、このような「shearedシュードタキライト」の岩石学的研究から得られる知見が、断層面震源過程の詳細及びそのメカニクスの考察にいかなる制約を与え得るか論じたい。

キーワード:マントル,シュードタキライト,かんらん岩,メルト,塑性流動,マイロナイト

Keywords: mantle, pseudotachylyte, peridotite, melt, plastic flow, mylonite