

SIT039-11

会場:301A

時間:5月24日 11:15-11:30

つぶつぶ岩石はいったいどれくらい軟らかいのか？ 天然変形岩中の微細構造からの制約

Are very-fine-grained polymineralic rocks extremely soft? Constraints from microstructures in naturally deformed rocks

竹下 徹^{1*}, 岡本 あゆみ¹

Toru Takeshita^{1*}, Ayumi Okamoto¹

¹ 北海道大学

¹Hokkaido University

従来、地殻の強度断面は、ある深さの岩石は摩擦すべり則に従う破壊強度と転位クリープ則に従う塑性強度の内、より小さな強度を持つ変形機構で変形するとされ、その深さの強度が求められた。その結果、石英の流動則に支配されると考えられる大陸地殻上部では、地表から10数kmまでは摩擦すべりで、それ以下では転位クリープ変形するとされ、脆性-塑性転移点における差応力は数百MPaに達することが予測された。従来の地殻の強度断面は今なお用いられることが多いが、これには2つの大きな問題点があることが明らかである。1つは、地殻浅部では確かに破壊(断層形成)が優勢であるが、岩石の破壊実験で得られるような高応力は地震を生じるような破壊に必要な差応力であり、内陸地震を引き起こしている断層帯で数千年に1度だけ達成されるものである。それ以外の地震間の期間(inter-seismic period)では、差応力は破壊強度よりもはるかに低いレベルにある。問題は、このような低応力で十分速い変形が起こらなければ従来の強度断面は妥当なわけであるが、以下に述べる実際の断層帯では圧力溶解クリープにより、かなり高速の変形が低応力で生じていると推察される。もう1つの問題は、地殻の強度断面では、例えば地殻上部が石英1相からなると仮定されているが、実際の地殻は多相系であり、その場の温度・圧力条件により様々な化学反応が特に流体を含んだ岩石中で生じている。レオロジーにとって重要なことは、フィロ珪酸塩等の摩擦係数が低い鉱物が大量に出来ることにより生じる反応軟化であるが、この効果は従来の地殻の強度断面では無視されている。

上記の低応力で優勢になる圧力溶解クリープの速度がどの程度になるかは実験により明らかにする必要があるが(例えば、Niemeijer and Spiers, 2005)、我々は天然変形岩の微細構造観察から歪速度をある程度拘束したいと考えている。また、同時に変形時の温度・圧力条件を知ることも、断層帯の深部から浅部に至る変形過程・機構を明らかにする上で重要である。歪速度を拘束するためには、圧力溶解クリープによる歪を解析し、それを変形時間で割る必要がある。歪マーカーとなる微細構造の1つとしては、歪フリンジがある(Ring and Brandon, 1999)。一方、変形時間を拘束するには閉鎖温度の低いフィッシュトラック年代等を用い冷却速度を求め、圧力溶解クリープが生じる温度範囲にあった時間間隔を求めることになる。また、天然では石英層(例えば石英脈)と細粒多相系が互層し、褶曲している場合が多いが、この時石英層は転位クリープで変形しコンピート層として振る舞い、細粒多相系層は圧力溶解クリープで変形し、インコンピート層となっている(例えばTakeshita and Hara, 1998)。このような場合では、細粒多相系層の層厚(orthogonal thickness)の変化から両者の粘性係数比を求めることが出来るかもしれない。

しかし、現段階ではいまだ天然の微細構造に基づいて、圧力溶解クリープの歪速度に制約を与えることは困難である。講演では、おそらく天然の脆性-塑性の転移の条件下で、圧力溶解クリープあるいは変成反応に律則されるクリープが高速で生じたことを示唆する様々な微細構造を紹介する。それらは、アスペクト比の大きい歪フリンジ、新期の白雲母や緑泥石の成長で特徴付けられるシアバンドおよびランダム石英c軸ファブリックを示す沈殿石英集合体などである。さらに、微小破壊(あるいはすべり)と圧力溶解クリープによりおそらく高速で変形したであろう微細粒アクチノライトからなる断層岩や、緑泥石が網目状に発達してすべり面を形成する断層岩(フィロナイト、Jefferies et al., 2006)も紹介し、これらの岩石の形成において流体を介した元素移動(メタソマティズム)が極めて重要なことも述べる。

キーワード: 圧力溶解クリープ, 大陸地殻の強度断面, 脆性-塑性転移, 多相系岩石, 化学反応軟化, メタソマティズム

Keywords: pressure solution creep, strength profile of the continental crust, brittle-ductile transition, polymineralic rocks, reaction softening, metasomatism