

三波川変成岩の上部地殻レベルへの上昇から見えて来た脆性 塑性転移点付近の変形・変成作用および流体移動の驚くべき実態

The realities of deformation, metamorphism and fluid migration in the brittle-ductile transition zone

竹下 徹 [1]; El-Fakharani Abdel-Hamid[2]; 森 政蔵 [3]

Toru Takeshita[1]; Abdel-Hamid El-Fakharani[2]; Seizo Mori[3]

[1] 北大・理・自然史科学; [2] 広大・理・地球; [3] 北大・理・自然史

[1] Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ.; [2] Earth system, Hiroshima Univ.; [3] Natural History Sciences, Hokkaido Univ.

最近, Beaumont et al. (2004, JGR) は, ヒマラヤの変成岩 (中部地殻) の上昇について, 上部地殻が実験から予想される塑性強度および脆性強度を持つならば, それらは上部地殻を貫いて上昇することは出来ないという計算結果を示した。特に, 間隙流体圧を考慮した断層摩擦係数を 0.1 程度に下げないと, 断層形成による中部地殻の上部地殻への突入 (thrust extrusion) は起こらないとした。したがって, 上部地殻中で差応力が最も高まる, 石英のレオロジーに支配される脆性 塑性転移点付近 (温度 300 °C 程度) で, 変成岩がどのような変形を被っているか, また, どのような軟化機構が働いているか明らかにすることは, 変成岩上昇モデルを構築する上で極めて重要である。

筆者らは最近, 四国中央部三波川変成岩中で, 上昇時に脆性 塑性転移付近の温度条件で, 特定の層準において D2 正断層活動が顕著に生じていることを明らかにして来た (El-Fakharani and Takeshita, 2008, Journal of Asian Earth Sciences)。正断層活動の深さについては直接推定することは出来ないが, 温度 圧力履歴はヘアピン型なので, 三波川変成岩は周囲の岩石と温度平衡を保って沈み込み, 上昇したと考えられる。したがって, 変成岩上昇時に地温勾配が高まることはなかったため, ピークの変成作用時の 20 °C/km 程度の地温勾配が保たれ, 上昇により 300 °C に冷却された時には 15 km 程度の深さにあったと考えられる。したがって, 正断層活動はかなり深い深度 (15 km) で生じた。

D2 正断層活動が著しい地域では (特に新居浜地域), 砂泥質片岩に高い密度でシアバンドが発達しているほか, シェアバンドに沿って緑泥石やフェンジャイトが新たに成長している。最近 Vidal et al. (2006, JMG) は, 汗見川のアルパイトー黒雲母帯産の 1 つの泥質片岩中で, 200-350 °C の温度条件でシェアバンドに沿って大量の緑泥石が成長していることを報告したが, これは温度条件から考えて D2 フェーズに対比される。また, 石英片岩では, 同様に高い密度でシェアバンドが発達しているほか, 既存の c 軸ファブリックが弱くなり, 場合によってはランダムになっている試料も認められる。これらの事実は, 石英片岩中で微小破壊によって促進される, 圧力溶解 沈殿クリープがかなりの程度進行していることを示す。さらに, 塩基性片岩中では, 高い体積分率でアスペクト比が著しく高い (10 以上) 緑泥石歪プリンジが発達している。つまり, D2 正断層活動は厚いダメージゾーンの形成を伴う活動で, 変形は浸透的である。また, 新居浜地域のオリゴクレスー黒雲母帯の砂泥質片岩中では, シェアバンドに沿って著しく Mg/Fe 値が低い (0.66-0.95, 5 試料) 緑泥石が成長しているが (2008 連合大会)。後退変成作用においては, 鉄に富む黒雲母やガーネットが分解されて緑泥石が形成されるので緑泥石が鉄に富む様になる (Miyashiro and Shido, 1985)。

さらに, 正断層が発達している地域において, マトリックスの角閃石やエピドートが殆ど緑泥石に置換された塩基性片岩起源の変質岩が産することや, また, D2 正断層に沿う破碎帯に大量の緑泥石や炭酸塩鉱物が沈殿していることが判明して来た。緑泥石は 10-13% の結晶水を含む含水鉱物であるので, D2 正断層に沿って大量の流体の移動があったことがわかる。また, この流体の移動に伴って, 大量の Si, Ca が失われ, Mg, Fe が添加するという交代作用 (メタソマティズム) が生じている。

以上, 三波川変成岩の地殻上部レベルへの上昇の研究から, 脆性 塑性転移点付近では浸透的な断層活動が生じているほか, 圧力溶解沈殿クリープが進行していること, さらに, 局部的に大量の流体が断層に沿って移動し, 大規模なメタソマティズムが生じていることが判明して来た。今後さらに, これらの脆性 塑性転移点の変形・変成作用および流体移動の実態を明らかにするほか, この部分の軟化機構を解明することが重要である。