

蛇紋岩の脱水軟化と沈み込みスラブにおける地震発生過程

Dehydration weakening of serpentine and its roles in seismogenic processes in subducting slabs

清水 以知子 [1]; 渡辺 悠太 [2]; 道林 克禎 [3]

Ichiko Shimizu[1]; Yuta Watanabe[2]; Katsuyoshi Michibayashi[3]

[1] 東大・理・地惑; [2] 静大・理・生地環; [3] 静大・理・地球科学

[1] Dept. Earth Planet. Sci., Univ. Tokyo; [2] Department of Bio. & Geo., Shizuoka Univ; [3] Inst. Geosciences, Shizuoka Univ

沈み込むスラブに由来する水と地震発生の関係がさかんに議論されている。地球物理学的観測と沈み込み帯の温度分布シミュレーションおよび含水鉱物の相解析から、スラブ内部の二重震発面における地震やプレート境界地震が蛇紋岩やローソン石、角閃石、緑泥石などの含水鉱物の脱水反応に誘発されて起こる可能性が示唆されている。プレート境界の深部低周波微動の原因としては、スラブに由来する H₂O 流体や、ウェッジマントルの加水反応で生じた蛇紋岩の役割が重要視されている。しかし、流体が地震発生時に何をしているのか、その具体的なメカニズムについての力学的・物質科学的理解はたちおけている。本講演ではとくにスラブ内地震の発生メカニズムに焦点をあてて、これまでの高温高压変形実験の成果を紹介する。

沈み込みスラブの二重震発面における地震発生メカニズムとしては、蛇紋岩化したマントルの脱水脆性化説が有力視されてきた。強度低下は間隙水圧の上昇が原因と考えられた。しかし従来のガス圧式変形試験機による実験は封圧 500 MPa (地下約 15 km 相当) までの条件に限られており、同じメカニズムを深さ 200 km におよぶ沈み込みスラブの中深発地震にそのままにあてはめることはできない。とりわけ脱水反応曲線の勾配が負になる 60 km 以深では間隙圧上昇は有効に働かないと予想される。そこで我々は固体圧変形試験機によって、より高压下でのアンチゴライト蛇紋岩の力学的挙動を調べている。本研究で用いている熊澤型変形試験機 MK65S では、最高 1 GPa の封圧下で差応力の精密測定が可能である(熊澤・清水, 2006; 清水ほか, 2006)。

蛇紋岩試料は 10 × 15 mm の円柱に整形し銀チューブで覆った。実験はすべて封圧 800 MPa で、500 °C と 700 °C において行なった。この圧力条件での脱水反応温度はおおよそ 650 °C である。定歪速度試験として、比較的遅い歪速度 (3.3 × 10⁻⁵ /sec) と速い歪速度 (2 × 10⁻⁴ /sec) の 2 通りの試験を行なった。

500 °C の実験では、差応力が 900 MPa を越えても破壊や降伏がみられなかった。試料を 700 °C まで昇温したあとすぐに変形させた実験でも、強度は大きいままであった。これらの実験ではまだ脱水反応は起きていなかった。これに対して、予備加熱の後に温度 700 °C で変形させた実験では 200-280 MPa で降伏し、定常的クリープで変形した。速度ステップ試験の結果は流動応力の歪速度依存性が非常に小さいことを示す。

予備加熱をした実験の回収試料にはカンラン石(フォルステライト)が生じており、空隙が多く見られた。アンチゴライトは深緑色から淡赤色に変色している。これは脱水反応で H₂O 流体が多量に放出され、より酸化的な雰囲気に変化したことによるものと思われる。破断面や断層は確認されず、全体として軸方向の短縮と体積減少がみられた。H₂O 流体は反応で過剰となったシリカ成分の多くを溶かし込みつつ銀ジャケットの継ぎ目から外へ逃げたと考えられる。定常的クリープとその後の歪硬化は反応生成物のカタラスティックフローと圧密変形が原因であると推定される。蛇紋岩化したスラブの急激な脱水軟化と圧密により異常間隙水圧が発生し、ペリドタイト部分や低温側の反応を起こしていない蛇紋岩において地震が誘発されるというシナリオが考えられる。

引用文献

熊沢・清水 (2006) 構造地質, No. 49, 5-14.

清水ほか (2006) 構造地質, No. 49, 15-26.