

震源核はリーデルシアで形成されるか - ガス圧式変形試験機による固着すべり実験 -

At Riedel shears do seismic ruptures nucleate?: Suggestions from stick-slip experiments

萩原 晴菜 [1]; # 大槻 憲四郎 [2]

Haruna Hagihara[1]; # Kenshiro Otsuki[2]

[1] 東北大・理・地圏環境; [2] 東北大・理・地学

[1] Geoenvironmental Science, Tohoku Univ.; [2] Earth Sci., Tohoku Univ.

地震発生の先行現象である震源核形成過程の存在は、Iio (1992, 1995) や Ellsworth and Beroza (1995) の地震観測の結果から示唆された。また、本震の規模を表す地震モーメントは震源核の臨界サイズの3乗に比例するという経験則が得られている (Ellsworth and Beroza, 1995; Ohnaka, 2000)。震源核形成は地震発生にいたる不可避的な先行過程であり、震源核の形成が断層のどこで、どのように起こるかは、地震発生の物理の核心部であるとともに、地震予知にとっても大変重要な問題である。Ohnaka and Shen (1999) は岩石の固着すべり実験を行い、震源核の臨界サイズが岩石の接触面形状の特徴的波長に比例することを示した。しかし、この実験系には自然断層に存在する断層破砕帯が再現されていない。自然断層には、その断層上での地質学的なすべり量に比例した厚さの断層破砕帯が付随し、震源核は断層破砕帯の内部で形成されると予想される。断層破砕帯の内部には多数の剪断構造が存在する。そのなかでも、自然の断層帯や室内実験で最も普遍的に観察される顕著な構造はリーデルシアである。室内実験によって、リーデルシアが固着すべり発生に先行して形成されること、リーデルシアの角度が断層のすべり挙動に依存することが分かっている (e.g. Bartlett et al., 1981; Moore and Byerlee, 1992)。このことから、リーデルシアは断層破砕帯中で普遍的な構造であるとともに、断層の特性を反映した重要な特徴的構造であると言える。したがって、地震の特徴的サイズを示す震源核の形成と断層破砕帯中の特徴的構造であるリーデルシアには密接な関係があるものと予想される。

本研究では、高封圧下で断層破砕帯を再現した岩石試料を用いた時間・空間分解能の高い固着すべり実験を行った。実験に用いたのは、直径 20mm、高さ 40mm の円柱形の花崗岩試料である。岩石試料は円柱の軸に対して 45° に切断し、プレカット面を鏡面仕上げした。断層破砕帯を再現するため、プレカット面の間には厚さ 0.5mm の石英粉の模擬断層ガウジ層を挟んだ。軸差応力と断層変位は、ひずみゲージを用いてプレカット面近傍で測定している。震源核の位置を推定するため、3枚もしくは5枚のひずみゲージを用いて弾性波の到達時刻を測定した。ひずみゲージはそれぞれプレカット面に平行に、プレカット面に沿って 5mm 間隔で貼った。ひずみゲージを5枚用いる場合には、ひずみゲージの1枚を他の4枚とは反対側の試料側面に接着した。本実験で用いた計測系は 14bit のデータを最大 2.5MHz で連続的に同期収録できるので、歪ゲージの間隔が 2.5mm 以上なら、弾性波の到達時間差を捉えることが可能であり、震源核の位置を十分決定できる。試料を三軸圧縮試験機に設置した後、予め模擬ガウジ層を圧密するため、封圧 180MPa の下で 250MPa の差応力を載荷し一時間ほど放置した。その後、そのまま軸荷重を増加させて固着すべりを一回だけ発生させた。実験後の試料は真空下でペトロポキシを用いて固定した後、プレカット面に直交し、すべりに平行な方向で薄片を作成し、SEM で模擬ガウジ内の構造を観察した。

以上のような実験を行った結果、ひずみゲージが捉えた弾性波の到達時間の差やディレクティビティーから震源核の位置を推定することができた。実験後、模擬断層ガウジ層にはリーデルシアと岩石 ガウジ境界面の Y シアの形成が認められた。Y シアはリーデルシアと岩石 ガウジ境界面から発達しはじめることが多く、計測結果から推定された震源核の位置付近には、顕著に細粒化された Y シアの連続的な発達が認められた。リーデルシアの発達は不安定すべりに先行することは既に知られているが (Bartlett et al., 1981; Gu and Wong, 1994)、リーデルシアから Y シアへの屈曲部は一種のバリアーであると考えられる (Aochi et al., 2002)。前もって形成されていた複数のリーデルシアのうちのいずれかがこのバリアーを乗り越える過程が震源核形成過程であると考えられる。