

断層破壊の力学と地震のモデル化

地震研究所

加藤尚之

(nkato@eri.u-tokyo.ac.jp)

地震は断層の破壊現象ですから、岩石破壊の物理過程を解明しモデル化すれば、地震の発生過程のモデル化に利用できます。私は、岩石の破壊や摩擦の理解に基づいて地震発生モデルを構築し、地震発生物理を解明するための研究を行っています。

断層は通常は摩擦により固着していますが、プレート相対運動などにより断層をずらす力がはたらき摩擦に打ち勝つと、断層が破壊して地震が発生します。このことから、地震の発生過程を理解するためには、岩石の摩擦が重要であることがわかります。岩石の摩擦実験などに基づいて摩擦構成則と呼ばれる摩擦をすべり速度などの関数で表す式が提案されています。摩擦構成則を利用すれば地震発生数値シミュレーションを行うことができます。シミュレーションでは、地震の発生だけでなく、地震が発生するまでの応力集中過程や、地震が発生した後の断層の強度回復過程など、地震が発生するサイクル全体をモデル化することができます。

図1は沈み込み域のプレート境界における大地震のモデルの模式図です。プレート境界には摩擦力がはたらいていますが、温度などの影響で深さによって摩擦の性質が異なり、浅いところではプレート境界が固着し、深いところではプレート境界はゆっくりとすべっています。このようなすべり様式の違いは摩擦構成則のパラメタの違いで表現することができます。プレート境界でのすべり方の違いの結果、固着している領域とすべっている領域の境界では応力集中が生じます。応力集中が大きくなると、固着していたプレート境界の浅部が破壊して地震が発生します。破壊がいつ発生するかを決めるのは、破壊が進展したときに解放される歪エネルギー（エネルギー解放率）と断層の強さを表す破壊エネルギー（単位面積の破壊面を作るのに必要なエネルギー）という量の関係です。プレート境界の深部はいつもすべっていますから応力集中は徐々に大きくなり、エネルギー解放率は時間とともに増大します。図1のようなモデルを利用した数値シミュレーションと観測データを比較することにより、実際のプレート境界における破壊エネルギーを推定することができます^{2,3)}。応力集中の大きさはプレート境界深部の非地震性すべり量とともに大きくなりますから、エネルギー解放率はプレートの相対運動速度 (V_{pl}) と大地震の繰り返し間隔 (T_r) に依存し、地震発生時のエネルギー解放率と破壊エネルギー (G_c) はバランスしているためです (図2)。この方法で推定した大地震の破壊開始点の破壊エネルギーは、地震の規模に依存して大きくなる傾向が得られました。また、破壊開始点の破壊エネルギーは、断層全体の平均的な破壊エネルギーよりも小さくなる傾向があります。このような結果を利用して、地震の動的破壊の発生や伝播の物理過程の理解を深めたいと考えています。

文献

1. Kato, N., 2012, *J. Geophys. Res.*, 117, B01301, doi:10.1029/2011JB008359.
2. Kato, N., 2012, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 353-354, 190-197, doi:10.1016/j.epsl.2012.08.015.
3. Xie, Y. and N. Kato, 2017, *J. Asian Earth Sci.*, 134, 55-62, doi:10.1016/j.jseaes.2016.10.013.

