

断層セグメント間相互作用による不規則な地震サイクル

Irregular earthquake cycles due to interactions between fault segments: A numerical simulation

加藤 尚之 [1]; 雷 興林 [2]; Wen Xue-ze [3]

Naoyuki Kato [1]; Xinglin Lei [2]; Xue-ze Wen [3]

[1] 東大・地震研; [2] 産総研・地球情報; [3] 中国四川省地震局

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] AIST; [3] Earthquake Administration of Sichuan Province

大地震が発生する場所については、プレート境界面上のアスペリティや、断層セグメント構造などにより規定されていて、ある程度の規則性の存在が認められるようになってきた。地震発生の時については、地震発生間隔の平均値と、そのばらつきから、統計的な予測が可能になっている。しかし、過去の地震サイクルのデータは限られているため、これら統計については不明な点が多い。そのため、シミュレーションにより得られた地震サイクルの統計的性質を調べることは有用と考えられる。地震発生間隔のばらつきの原因はいくつか考えられるが、ここでは、断層セグメント間の相互作用が地震発生間隔に及ぼす影響を数値シミュレーションによりしらべ、地震発生間隔の分布、ばらつきの大きさ、等が何に依存しているかについて議論する。

以下では、中国南西部の鮮水河断層（Xianshuihe fault）での地震活動をシミュレーションするためのモデルを用いて議論する。鮮水河断層は長さ約 350 km の横ずれ断層で、過去 300 年間に M6 以上の地震が約 20 回発生している。この断層では、地震の活動期と静穏期が交互に現れ、断層は 9 つのセグメントに分割できることが知られている。ここでは、断層にはたらく摩擦がすべり速度・状態依存則に従うとし、セグメント内で速度弱化、セグメント境界域で速度強化の摩擦特性を仮定して、過去の地震活動の特徴（地震発生間隔、活動期の継続時間等）をほぼ説明できるような摩擦構成則パラメータを試行錯誤により決定した。セグメント間の摩擦特性については、(1) 強い速度強化と比較的小さい特徴的すべり量、(2) 弱い速度強化と大きい特徴的すべり量、の 2 つの場合について結果を比較した。どちらの場合も非地震性すべりが発生しやすくなるが、(1) では、すべり速度の増大により摩擦が大きくなるため、(2) では、すべり始めてからの摩擦の低下がゆっくりであるため、摩擦特性としては違いがある。

シミュレーション結果から以下のことがわかった。(i) セグメント間では余効すべりが発生する。(1) 強い速度強化の摩擦特性をもつ領域では、余効すべりの時間関数は対数関数でよく近似できる。(2) 大きな特徴的すべり量をもつ領域での余効すべりは、対数関数よりも立ち上がり早く、比較的短時間で余効すべりがおさまるような特性をもつ。(ii) 余効すべりによる応力の伝播により、1 つセグメントで地震が発生すると、時間遅れをもって隣接するセグメントで地震が発生しやすい。(1) と (2) では、余効すべりの時間関数が異なるため、応力の時間変化も異なり、隣接するセグメントでの地震発生時間差の特徴が異なる。(1) では時間差の幅が広いが、(2) では特定の時間差に集中して地震が発生しやすい。(iii) あるセグメントでの地震の発生間隔の分布は、(1) では BPT (Brownian Passage Time) 分布または対数正規分布にほぼ従うが、(2) では、特定の時間間隔で集中して地震が発生しやすい。(iv) 断層が分岐してセグメント間相互作用が大きいと思われる場所では、地震発生間隔のばらつきが大きい。(v) セグメントごとのすべりの時間変化については、時間予測 (Time predictable) モデルも規模予測 (Slip predictable) モデルもシミュレーション結果を説明しない。(vi) 地震発生間隔や隣接セグメントでの地震発生時間差に関して、地震発生特性が急に变化する場合がある。

セグメント間では、(1) 強い速度強化の摩擦特性をもった場合の方が、実際の地震活動の特徴を説明するように見える。断層の摩擦特性は、断層セグメント間の相互作用や地震発生の統計的性質に影響を及ぼしている可能性がある。