スロー地震とファスト地震の物理プロセス



井出　哲

東京大学大学院理学系研究科
ide@eps.s.u-tokyo.ac.jp

南海トラフの巨大地震は今後 100 年間に発生する可能性が高い．日本列島下に沈み込むフィリピン海プレートが，中部地方から九州東部まで，広範囲のプレート境界で上盤のプレートと固着し，周囲に弾性エネルギーを蓄積しているからである．その固着領域の周縁部をひきはがすようにスロー地震が発生している．スロー地震は普通の地震と同様の地下のせん断変形だが，ゆっくり進行するので震災を引き起こすような地震波は放出しない．南海トラフに限らず，世界中で沈み込み帯を中心に，日々発生している極めて普遍的な現象である．

スロー地震は，数ヘルツの地震動として，もしくは数か月継続する地殻変動として，さらにはその間のさまざまな周波数帯の振動・変位シグナルとして観測される．このため発見当初より，地震動としては**低周波地震**もしくは**テクトニック微動**，地殻変動としては**スロースリップ**，他にも異なる名称で呼ばれてきた．しかしどのシグナルも，ほぼ同じ場所で同じ時間に観察される，ゆっくりしたせん断運動から発生しており，その運動がぎくしゃくしているために，さまざまな周波数成分が含まれ，異なるシグナルのようにみえる．そこで，この運動全体をひとまとまりのプロセスとしてスロー地震と呼ぶ．

スロー地震の発見とその理解の深化に伴って，普通の地震（あえてファスト地震ともいう）についての理解も進展してきた．ファスト地震は，地震波動の伝播と岩盤の破壊がカップルして伸展するプロセスであり，地震波速度，地震時の応力変化量，地震波エネルギーと**地震モーメント**の比など，大小地震に共通する物理量（スケール不変量）や，それをもとにしたスケール法則が古くから知られている．近年の観測から，このスケール不変性は，地震が微小な破壊から始まり，巨大化する最中にほぼ常に成り立つことがわかってきた．したがって微小地震も巨大地震も始まり方は同じであり，最終的な規模は停止するまでわからない．だから予測が困難だともいえる．

スロー地震の伸展速度は地震波速度よりはるかに遅い．スロー地震はほぼ周期的に発生し，数分から数日かけて発生場所を変化させながら断続的に進行する．また潮汐力などの微弱な応力変化にも影響される．現象の継続時間と地震モーメントの間には，ファスト地震とは異なるスケール法則が確認されており，波動としてではなく拡散的に伝播するプロセスだと考えられる．それぞれの法則から外れた中間的な現象は発生しておらず，スロー地震，ファスト地震とも地下のせん断変形の 2 つの伝播モードを表している．両者は空間的には相補的に発生しており，相互に影響しあう．したがって将来の巨大地震を予測するためには，周辺のスロー地震についての情報も欠かせない．

用語解説

低周波地震：
普通の微小地震より小振幅かつ長周期（数ヘルツの低周波）の地震波を発するせん断変形運動．

テクトニック微動：
低周波地震が狭い地域で何度も断続的に発生する現象で，しばしばスロースリップと同じ場所で同じ時間に観察される．

スロースリップ：
主に GPS などの地殻変動機器で観測される，長期大規模なせん断変形運動．

地震モーメント：
地震の際の断層運動の規模を表す量．断層運動は大きさが同じで反対向きの二組の偶力と等価である．この偶力の大きさ（モーメント）を地震モーメントと呼ぶ．

©2026 日本物理学会