

地震を支配する法則の探究

理学系研究科 地球惑星科学専攻 講師 井出 哲

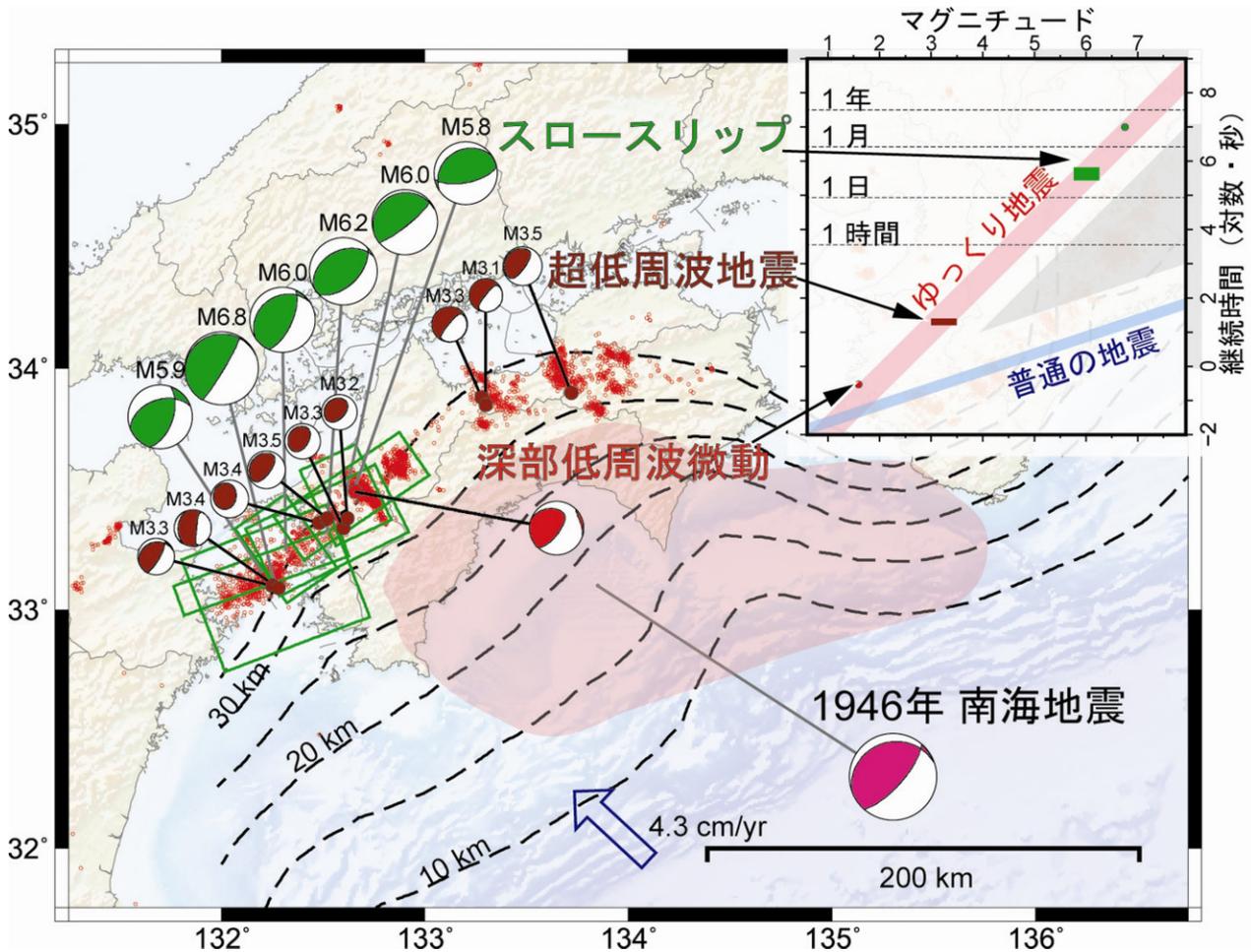


図 1：西日本で観察される様々な地震現象。右上はそれらを記述するゆっくり地震のスケール法則と普通の地震のスケール法則の比較。

地震は地下に蓄えられたひずみエネルギーを断層運動が解放する際に地震波を励起し、その地震波が地中を伝播するという複合的な現象です。断層運動とは地下の岩盤の破壊を伴う高速すべりです。そのすべりはどのような法則に従っているのでしょうか。おもに現象の規模に注目して考えてみましょう。地震には大小様々

なものがあり巨大地震はまれであるのに対し微小地震はほぼ無数に起きています。一つ一つの地震の断層すべりがどのように起きているか、今では地震波の解析から具体的にわかるようになってきました。例えば阪神大震災を起こした兵庫県南部地震の場合には 50 km x 20 km の断層面上、淡路島と神戸にそれぞれ複雑に約

10秒間かけて破壊すべりが進展する様子が明らかになっています。また非常に小さな地震でも同じように複雑な破壊すべりの進展が明らかになっており、一見すると小さな地震は巨大地震を一定割合で小さくしたミニチュアのようなものです。このようなことから地震の断層運動は幾何学的に相似であると考えられます。このとき地震の規模を表す地震モーメントは現象のサイズ（断層の長さ、継続時間など）の3乗に比例します。

小さい地震が大きい地震のミニチュアにすぎないのなら両者を分けるのは破壊プロセスにおける偶然のみでしょうか？これに否定的な見方としてアスペリティ仮説があります。断層運動の破壊すべりはゆっくり食い違っていく境界面上の突起状の場所（アスペリティ）で起き、その場所は時間がたっても変わらないというものです。個々のアスペリティが壊れるかどうかは地震の規模を決めるのであって、一旦アスペリティが破壊すれば大きさは必然的に決まるのです。この仮説は繰り返す地震の断層すべりのパターンなどから裏付けられ、特別な場合にはこの仮説に基づく地震発生時期の予測が成功しています。より一般的な地震はある程度このような規則性を保ちつつも、偶然性が加わって発生するので予測は簡単ではありません。

実はひずみエネルギーの解放は必ずしも地震波を伴いません。アスペリティ仮説の場合、アスペリティ以外の場所はゆっくりすべることでひずみエネルギーを逃がしています。このようなゆっくりとしたすべりに関連して近年新発見が相次いでいます。地殻変動の観測から日本列島の周辺のいろいろなところで数日、数か月、ま

たはそれ以上かかって断層すべり運動が地震波を出さずに進行する様子が観察されました。また一方で東南海地震や南海地震の断層運動が起きた場所を縁取るように深部低周波微動という現象が発見されました。さらに深部低周波微動の発生する場所ではマグニチュード1から6までの様々な大きさのすべり運動が起きていることがわかってきました。面白いことにこれらの現象の地震モーメントは現象の継続時間に比例します。この比例関係の違いから普通の地震と根本的に異なる現象、「ゆっくり地震」であると考えられます。ゆっくりとしたすべりは謎だらけですが、面白いことに世界各地で起きている類似のゆっくりした現象が同じ比例関係を満たしているようです。普通の地震の破壊を伴うすべりとは別の何か統一的な考え方で説明できるのかもしれませんが。

普通の地震の破壊すべりについてかなりのことが分かってきた一方でゆっくりした変動についてはまだまだ謎が尽きません。地震の発生する領域では少なくとも2種類のすべり運動が相互に関係しながら進行します。これらを総合する地震発生プロセスの理解が現時点での我々の目標です。