

第1回地球科学輻合ゼミナール

「沈み込み帯：地震学からみる現状と課題」 概要レポート

報告者：浦田 優美(地球物理学分野 地震学講座 M2)

沈み込み帯での地震には、①プレート間地震、②やや深い地震、③内陸地震があり、いずれも水との関連が示唆されている。というのも、地殻が沈み込む際、温度と圧力が上昇し、脱水反応が起こると考えられるからである。では、水はどのようにこれらの地震に関与しているのだろうか。

これまでの研究からわかってきたことを挙げる。①プレート間では深部低周波微動やゆっくり地震など、様々なすべりが起こっていることが近年わかってきた。また、トモグラフィの結果から、深部低周波地震・微動の発生領域はおそらくプレート間であることに加え、その領域が高 V_p/V_s 比なので流体が存在することが示唆される。②やや深い地震の発生領域は、脱水反応の相図から推測される脱水の起こる領域と一致する。また、地震波速度境界で生じる変換波の解析や、地震の位置を詳細に調べた研究からも、地殻が沈み込むに従い脱水反応をおこし、水が放出される領域で地震が起きると推測できる。③内陸地震発生領域でのトモグラフィによれば、火山の下で部分熔融が起き、そこから水が放出され、地震が起こっていることが示唆される。

以上で挙げたように、これまでは地震発生領域に水があることを示す研究が主であり、実際に水がどのように地震に影響するのかはわかっていない。その影響を調べる際に、2つの問題がある。一つは水をどう方程式に組み込むか（間隙圧として考えれば十分なのか？）という問題、もう一つは、弾性体と流体・熱の方程式を一緒に解くのが難しいという問題である。特に後者は、地震の破壊過程の計算をする際、3次元での数値計算や現実的な断層サイズでの計算を妨げる要因となっている。

そこで、水が地震の破壊過程にどのような影響が出るのかを、まずは、仮定をおきながら地震の動的破壊過程の数値実験によって近似的に予測してみた (Urata, Kuge, and Kase, AGU 秋季大会, 2007)。モデルは、弾性的には3次元で数値計算し、熱・流体的には1次元の解析解（摩擦が熱源）を使用するものである。水はけのよい断層では間隙圧が変化しないが、水はけの悪い断層では断層すべりによる摩擦熱で間隙圧が上昇し、地震の破壊過程に影響する。数値実験の結果、水はけの悪い断層では、断層の特性が一様であっても、水と熱の効果によってせん断応力・すべり関係のカーブは場所によって変わることがわかった。カーブの傾きは、断層のずれが広がるタイミングをコントロールする。そのため、時間・空間的な不均質ができることになる。また、水と熱の効果で断層すべりが加速したり成長しやすくなったりする一方で、いったんすべりが停止するとその効果も大きい。それらの結果、水はけの悪い断層では、断層の形やすべり方向との関係で、最終すべり量に複数のピークができることもわかった。

上記のような数値実験は、水があれば破壊過程はどうかを調べたものであり、水があることが前提である。しかし、あわせて、実際に水が存在するのか、水はどのような状態なのかも並行して調べていく必要があるだろう。そのためには、地震の起こっている環境と、その温度・圧力での水の存在や状態を知るために、正しい相図や温度モデルの構築が必要である。また、地震と火山活動を結びつけることで、総括的に説明できるモデルが構築できるのではないだろうか。