

# 3次元不均質構造のグリーン関数を用いた 1997年鹿児島県北西部地震の高精度・高分解能な震源インバージョン

## Source inversion of the 1997 Northwestern Kagoshima earthquakes with high resolution using a 3-D heterogeneous structure model

# 藤井 雄士郎[1]; 竹中 博士[2]; 宮町 宏樹[3]

# Yushiro Fujii[1]; Hiroshi Takenaka[2]; Hiroki Miyamachi[3]

[1] 九大・理・地惑; [2] 九大・理・地惑; [3] 鹿大・理・地球環境

[1] Dept. Earth & Planet. Sci., Fac. Sci., Kyushu Univ.; [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.; [3] Earth and Environmental Sci., Kagoshima Univ.

これまで震源過程の詳細な推定が、強震波形記録を用いた震源インバージョンによって行われてきたが、従来の震源インバージョンでは理論波形の計算に水平成層構造が用いられてきたため、構造の水平方向の不均質性が考慮されていなかった。本研究の目的は、3次的に不均質な構造が「地震波動」に与える効果を正しく評価し、従来の水平成層構造を用いた震源インバージョンよりも高精度・高分解能な震源過程のイメージを得ることである。

解析の対象とした地震は、1997年3月26日(第1本震, M6.5)と5月13日(第2本震, M6.3)に鹿児島県北西部で発生した地震である。2つの本震の地震波形は防災科学技術研究所により全国規模で展開されている強震計ネットワーク(K-NET)の加速度記録として記録されている。この記録を積分した速度波形を震源インバージョンに用いた。第2本震については、第1本震発生後、我々が新たに震源域直上の紫尾山(SIBI)に設置した速度型強震計のデータも使用した。インバージョンに使用する周波数帯域を0.1~1Hzとした。

インバージョンに必要な変位場のグリーン関数を3次元不均質構造モデルで計算するには、差分法や有限要素法といった領域型の数値解法が有効かつ不可欠である。本研究ではグリーン関数の計算に変位-応力型のスタガード格子差分法を用いる。グリーン関数を差分法で計算する際、震源断層上に配置された点震源(ソース)から地表観測点の応答をフォワードで計算するには膨大な計算量が必要であり、現実的でない。そこで、ソースと観測点の位置に関するグリーン関数の相反定理を用いる。この定理を用いるとソースと観測点の位置を交換できる。一般に震源インバージョンで震源断層上に配置するグリーン関数のソースの数は観測点の数より少ないため、この手法は計算効率上大変有効である。鹿児島県北西部の3次元不均質構造モデルを作成し、グリーン関数の計算に適用した。

インバージョンの手法として新たなグリッド法(竹中・藤井, 日本地震学会 2003年度秋季大会)を適用した。この方法では断層面上のすべり速度を時間同様に空間についても1次のbスプラインで展開する。これにより断層面はbスプラインのノットをグリッドとする格子に分割される。ここで破壊伝播の効果をグリッド間隔よりも小さなスケールで組み込む新しい工夫をしている。観測方程式(表現定理)を最小二乗的に解く際の拘束条件として、すべり方向が逆転しない非負の条件、すべり方向を既知の震源メカニズムのすべり方向(rake方向)にゆるく拘束する条件を与えている。このスキームによって、断層面上の任意の点の純粋なすべり速度を求めることができる。

震源インバージョンの結果、第1本震のすべり量の大きな領域(アスペリティー)が、破壊開始点を中心にやや東西に斜めに伸びた楕円状に分布していることが分かった。アスペリティー領域では、急峻な立ち上がりを持つKostrov型のすべり速度関数が得られており、その最大値は4m/s強であった。破壊は西側には斜め上に進行し、東側には斜め下に伸びている。Miyamachi et al. (1999)が地震波トモグラフィーの結果を用いて決定した余震分布と比べると、アスペリティーが余震活動が活発でないところと完全に一致している。また彼らの地震波トモグラフィーの結果によると、高速度の領域が、破壊開始点の西側では地表付近から深さ約4kmに、東側では深部約4km~6kmに分布している。アスペリティー領域はトモグラフィーの速度異常のない領域に分布し、その端部が高速度領域の境界と一致することから、第1本震の破壊フロントは、高速度の領域まで達していない(そこで停止した)と考えられる。第2本震についても同様に、余震分布と調和的な結果が得られた。

従来の水平成層構造のグリーン関数を用いて同様の震源インバージョンを行ったところ、上段で述べたような特徴を同定するには、精度・分解能とも不十分であった。このことは高精度・高分解能な震源過程イメージを得るためには水平方向に不均質な構造の波動伝播を考慮した震源インバージョンが有効であることを示唆している。本研究の3次元不均質構造のグリーン関数を用いた震源インバージョンは、高精度・高分解能な震源過程のイメージを得るために十分な能力を持っている。

(謝辞) 本研究の計算の一部は、九州大学情報基盤センターの特別な支援プログラムによって提供された計算資源で行われました。本研究で用いた強震記録は防災科学技術研究所のK-NETにより記録・公開されたものです。