

# 地震の CMT 解から地殻内応力場を推定するインバージョン手法の開発

## Development of an Inversion Method for Estimating Internal Stress Fields from Centroid Moment Tensor Solutions of Earthquakes

# 寺川 寿子[1]; 橋本 千尋[2]; 松浦 充宏[1]

# Toshiko Terakawa[1]; Chihiro Hashimoto[2]; Mitsuhiro Matsu'ura[1]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東大理

[1] Dept. of Earth & Planetary Science, Univ. of Tokyo; [2] Univ. of Tokyo

地震は地殻内の応力を解放するプロセスである。従って、実際に発生した地震は、その震源域の応力場に関する直接的な情報を含んでいるはずである。地震のメカニズム解から地殻内応力場を推定する手法としては、これまで、Michael (1984, 1987) や Gephart and Forsyth (1984) の応力インバージョン法が広く用いられてきた。これらの手法では、地震断層面の向きとすべりの方向をデータとし、「地震時のすべりは断層面に働く応力ベクトルの接線成分の方向に生じる」という仮定の下に、対象領域内の平均的な偏差応力場のパターンが最小自乗法により推定される。この場合、データとして地震メカニズム解を用いているので、偏差応力の大きさは推定できない。また、対象領域の分割の仕方に明確な規程がないため、領域サイズが大きすぎるとテクトニックな応力場の空間変動パターンが再現できないとか、逆に、領域サイズが小さすぎると地殻の局所的な不均質構造を強く反映した応力パターンが得られるといった問題が生じてくる。

本研究では、地震時の断層運動によって震源域近傍の応力場の一部が解放されると考え、発生した多数の地震の CMT 解から断層運動で解消される地殻内応力場(地震応力場)を推定するインバージョン解析法を開発した。CMT 解が得られていない小規模な地震については、地震のメカニズム解とマグニチュードから求めた CMT を用いる。具体的には、未知ではあるが真の地殻内応力場を仮定し、それに震源位置にピークを持つ正規分布関数を掛けて体積積分したものが CMT 解であるとして、CMT 解と地殻内応力場を結びつける観測方程式を導く。正規分布の分散は、経験的スケール則を適用して地震モーメントから推定される断層長に比例するとした。また、応力場を 3 次のスプライン関数の重ね合わせで表現し、問題を離散化した。観測データからの情報とモデル応力場が滑らかであるという先験的情報をベイズの規則によって結合し、観測誤差の分散と応力場の空間的な滑らかさの分散を規定する超パラメータ含んだベイズ型モデルを構築した。最適解の選択は、ABIC 最小の原理に基づいて行う (Yabuki and Matsu'ura, 1992)。こうして、対象領域内の任意の点で、時間的にも空間的にも平均化された応力テンソルの 6 成分の値を推定誤差と共に求めることが可能となる。ちなみに、このインバージョン解析法で、3 次のスプライン関数の代わりにボックスカー型の基底関数を用い、先験的拘束条件がないとして、対象領域の平均応力場の 3 つの固有値の比と主応力軸の方向を求めれば、従来の応力インバージョンの解が得られる。

地震の発生は長時間かけて蓄積されたテクトニック応力を解放するプロセスであるから、長期間の広域な地震データから推定した応力パターンは、そこでのテクトニック応力の蓄積パターンを表していると考えられる。つまり、本手法で推定した応力場のパターンは、プレート間相互作用から計算されるテクトニック応力の内で断層運動によって解消される部分のパターンと直接比較することが可能である。そこで、本手法をサンアンドレアス断層のピックベンド周辺域に適用して地震応力場の空間変動パターンを推定し、プレート間相互作用モデルに基づく計算結果との比較を通じて、ピックベンド周辺域の絶対応力場について考察する。解析には、SCDEC の 2000-Hauksson: 3-D earthquake focal mechanisms に記録されている 67427 個のイベント (1975-2003) を用いた。