

## ストップングフェーズを用いたインバージョン法による小地震の震源パラメータの推定

### Source parameters of small earthquakes estimated from inversion method using stopping phases

# 今西 和俊[1], 武尾 実[2], 松澤 孝紀[2], 伊藤 久男[3], 桑原 保人[1], 飯尾 能久[2], 関口 涉次[4], 堀内 茂木[5], 大見 士朗[6]

# Kazutoshi Imanishi[1], Minoru Takeo[2], Takanori Matsuzawa[3], Hisao Ito[4], Yasuto Kuwahara[1], Yoshihisa Iio[5], Shoji Sekiguchi[6], Shigeki Horiuchi[6], Shiro Ohmi[7]

[1] 産総研, [2] 東大・地震研, [3] 地質調査所, [4] 防災科研, [5] 防災科技研, [6] 京大防災研

[1] AIST, [2] ERI, Univ. Tokyo, [3] ERI, U. Tokyo, [4] Geological Survey of Japan, [5] ERI, [6] NIED, [7] D.P.R.I., Kyoto Univ.

長野県西部稠密観測網のデータを使用し、小地震の震源パラメータを推定した。解析には、Imanishi & Takeo (2002) によるストップングフェーズを用いたインバージョン法を使用した。彼らによると、楕円形断層を仮定した場合、ヒルベルト変換の関係にある2つのストップングフェーズが放射される。データ解析では、まず観測波形からヒルベルト変換の関係にあるフェーズのペアを検知し、その時間差をストップングフェーズの時間差とみなす。次に、求められた時間差をデータとして非線形インバージョンにより震源パラメータを推定する。ストップングフェーズを検知するためには高周波成分の波が必要であるため、我々は深さ800mに設置されたボアホール地震計の波形データを用いた。また、その他の観測点の波形については、直達S波の到達時刻と変位波形パルスの頂点の時刻（最初のストップングフェーズの走時に相当）の時間差を読み取り、インバージョンに使用した。

解析にはマグニチュードが1.0から2.5の範囲の地震を使用した。推定された応力降下量はおよそ0.1~10MPaの範囲に分布するが、明瞭な地震モーメント依存性、および深さ依存性は確認できない。断層形状の縦横比はほとんどの地震が0.8以上であり、小地震に関して円形断層モデルの仮定が第一近似的に正しいことを示唆している。推定された平均的な破壊伝播速度は、地震モーメントが小さくなるにつれ減少する傾向がみられた。

小地震と大地震の物理過程が異なるのかどうかという問題は、地震学における重要な問題の1つである。もし違いが存在すれば、地震波エネルギーと地震モーメントの比（scaled energy）に違いが現れるはずである。これまで観測波形から推定されてきた結果によると、小地震のscaled energyは大地震のそれに比べて10~100倍小さい。この原因について、Kanamori & Heaton (2000)は摩擦過程の違いによるものと解釈した。一方、Ide & Beroza (2001)は、小地震では高周波成分の積分値が足りずエネルギーを過小評価しているためであると指摘している。Sato & Hirasawa (1973)は、円形クラックモデルを仮定して地震波エネルギーの理論式を求めている。彼らの式によると、scaled energyは破壊伝播速度の2乗および応力降下量に比例している。本研究で推定したパラメータを彼らの理論式に代入しscaled energyを推定したところ、小さい地震ほど小さくなるという観測結果と調和的な結果が得られた。以上より、地震モーメントに対する破壊伝播速度の依存性は、小地震ほどscaled energyが小さくなる要因の一つであるといえる。今後は、なぜ破壊伝播速度が地震モーメントに応じて変化するのか、その物理的なメカニズムを考える必要がある。