

## 小地震の震源過程の多様性

### A diversity of source process of small earthquakes

# 今西 和俊 [1], 武尾 実 [1], 飯尾 能久 [2]

# Kazutoshi Imanishi [1], Minoru Takeo [1], Yoshihisa Iio [2]

[1] 東大・地震研, [2] 防災科技研

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] NIED

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/Jhome.html>

これまで小地震の震源過程（波長数 km 以下）に関しては、その断層運動の詳細は明らかになっていないばかりでなく、断層の大きさ等の基本的な量も精度良く求められているものは少ない。本研究では、ストップングフェーズを用いた小地震の断層ジオメトリー推定法（98年日本地震学会秋季大会B30）を長野県西部高精度地震観測網で得られたデータに適用し、小地震の断層形状、断層面の向き、断層面積、破壊速度、破壊伝播方向を推定し、これまで未解明のままであった小地震の震源過程について調べた。その結果、大地震同様、小地震にも震源過程に多様性があることが明らかになった。

規模の大きな地震（およそM 5 以上）の震源過程については、1980年代以降盛んに行われた地震波形のインバージョンによりすべりの時空間分布が解明され、現在では地震を起こした断層の動的モデルや摩擦構成則の推定まで行われるようになってきた。しかし、小地震の震源過程（波長数 km 以下）に関しては、より時空間の分解能を上げた解析を行う必要があり、その断層運動の詳細は明らかになっていないばかりでなく、断層の大きさ等の基本的な量も精度良く求められているものは少ない。そこで本研究では、ストップングフェーズを用いた小地震の断層ジオメトリー推定法（98年日本地震学会秋季大会B30）を観測データに適用して、小地震の断層形状、断層面の向き、断層面積、破壊速度、破壊伝播方向を推定し、これまで未解明のままであった小地震の震源過程について調べた。

ここで扱う手法の詳細については前回の地震学会（98年日本地震学会秋季大会B30）で報告したので、ここではその概略を説明する。前回、断層モデルとして破壊が楕円の一つの焦点から一定速度で同心円状に拡大していき、最終的に楕円形状の断層を形成するというものを考えた。この断層モデルを考慮して式を定式化したところ、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、その時間差は、破壊速度（ $v_r$ ）、楕円の長軸半径（ $a$ ）、離心率（ $e$ ）の関数になっていることが示された。そして、この3つのパラメータは非線形インバージョンにより安定に求められることが数値実験により確かめられ、実際のデータへの適用が可能となった。また、断層面の向きに関してはメカニズム解の2つの節面のうち残差が小さくなる方であるとして決定し、破壊伝播方向はグリッドサーチにより推定する。なお、2つのストップングフェーズの時間差を観測波形から求めるためには、短周期成分に卓越すること、および、ヒルベルト変換の関係を手がかりにする。

この手法を長野県西部高精度地震観測網（飯尾・他、1996）で得られたデータに適用した。以下では、ほぼ同じマグニチュード（M ~ 2.5）の地震について得られた結果を述べる。1995年10月23日20時58分に発生したM = 2.5の地震（深さ4.4 km）に関しては、 $v_r = 1.84 \pm 0.22$  km/s（S波速度との比でいうと約0.58倍）、 $a = 0.71 \pm 0.12$  km、 $e = 0.81 \pm 0.04$ （楕円の縦横比 = 0.53 ~ 0.64）で、破壊はほぼユニラテラルに地表に向かって伝播した、という結果が得られた。ここで注目すべき点は、この地震の断層形状は従来小地震に対して頻繁に仮定されていた円形で近似することができない点とディレクティビティーが存在する点である。1995年10月24日1時43分に発生した地震（M = 2.5、深さ7.6 km）に対して得られた結果は、 $v_r = 2.39 \pm 0.54$  km/s（S波速度との比でいうと約0.75倍）、 $a = 0.49 \pm 0.10$  km、 $e = 0.57 \pm 0.14$ （楕円の縦横比 = 0.70 ~ 0.90）である。上のイベントとは異なり、断層形状は円形で近似できるものであった。また、1995年10月20日7時54分に発生した地震（M = 2.6、深さ4.6 km）に関しては、 $v_r = 1.23 \pm 0.36$  km/s（S波速度との比でいうと約0.38倍）、 $a = 0.27 \pm 0.08$  km、 $e = 0.72 \pm 0.08$ （楕円の縦横比 = 0.60 ~ 0.77）という結果が得られた。ここで得られた破壊速度は、大地震について経験的に知られていた破壊速度（S波速度の0.6 ~ 0.8倍）に比べるとかなり遅いといえる。このように、同じ規模の小地震においてさえ、様々な破壊伝播様式、様々な破壊速度を持つことが示され、小地震にも震源過程に多様性があることが明らかになった。