

# 強震波形解析から見た震源の階層構造

三宅弘恵 (東大地震研)

## 1. はじめに

幅広い周波数帯域の波形を用いて、震源過程に見られる周波数に依存した不均質特性を推定することは、震源の物理を理解する上で興味深い。一般に広帯域波形解析を難しくしている一因として、2 Hz 付近を境に波形が coherent から incoherent な性質に遷移することが挙げられる。Miyake *et al.* (2002) および Miyake (2003) はこのような各周波数帯における地震波の特徴を考慮した震源破壊過程の逆問題を解くため、重み付き複素スペクトルインバージョンを開発した。そして 1989 年に米国・カリフォルニアで発生した Loma Prieta 地震 ( $M_w$  6.9) の強震動記録に対して本手法を適用し、震源過程を推定した。

## 2. 手法と解析

複素スペクトルインバージョンを用いた震源過程の推定は、Olson and Anderson (1993) や Cotton and Campillo (1995)らによって行われており、時間領域の波形インバージョンに比べ、震源から励起される波と地震動記録における波を、周波数ごとに直接むすびつけて論じることができる特色をもつ。Miyake (2003) は複素スペクトルインバージョンでは振幅と位相の情報を独立に扱うことができる点に着目し、観測と計算記録に関して振幅スペクトルを合致させ、位相スペクトルに対する合致度を低周波数から高周波数にかけて段階的に緩める、重み付き複素スペクトルインバージョンを開発した。ここでは小地震記録を経験的グリーン関数として用いているため、1 Hz 以上の高周波数側の震源過程を論じることが可能である。

解析には Loma Prieta 地震の震源断層を取り囲む 6 つの強震観測点の水平成分を用い、0.4-1 Hz ( $\lambda = 1.0$ ), 1-2 Hz ( $\lambda = 0.5$ ), 2-4 Hz ( $\lambda = 0.1$ )の各周波数帯域における最大すべり強度の分布を推定した。ここで  $\lambda$  は、行例計算で使用する振幅スペクトルに対する位相スペクトルの重みを示す。なお解析周波数の下限値は、用いた経験的グリーン関数の SN 比より規定される。

## 3. 結果

低周波数域 (0.4-1 Hz) における解析では、既往の波形インバージョン (Beroza, 1991; Wald *et al.*, 1991 など) で得られたアスペリティとほぼ同じ部分に、大きなすべり強度が得られ、アスペリテ

ィの破壊開始部や輪郭部ではより高周波数の波の励起がみられた。本解析では重み付き複素スペクトルインバージョンによって、アスペリティ内部で低周波すべりが生成され、周辺部に近づくに従ってより高周波すべりが励起される様子が示された。この結果は、強震動は断層面の中でもすべり速度の大きいアスペリティ領域に支配されていること、不均質な震源過程はランダムではなく、アスペリティ破壊の成長過程に応じた波の励起に統一的に支配されていることを意味する。また、震源破壊にみられる空間的な階層構造は、異なる周波数要素から構成されている可能性が示唆される。

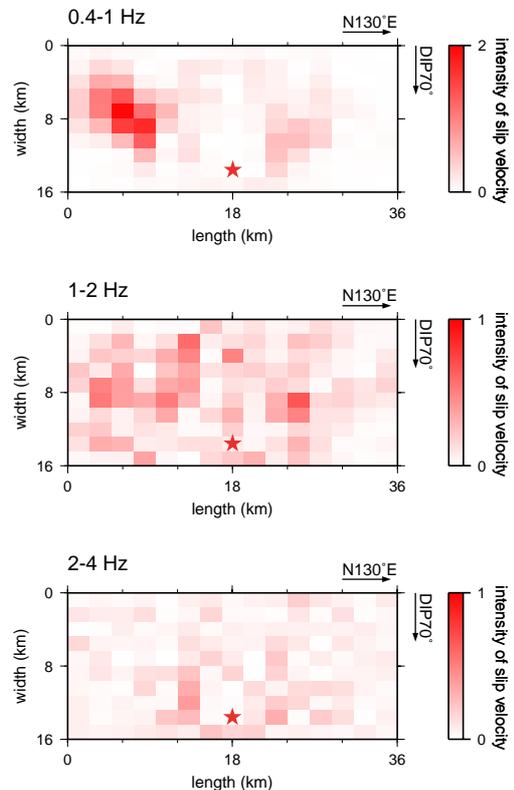


Figure. Distributions of relative slip intensities of the mainshock to aftershock on the fault, estimated in the frequency ranges of 0.4-1, 1-2, and 2-4 Hz.

## Reference

Beroza (1991). *Bull. Seism. Soc. Am.*, 81, 1603-1621.  
Cotton and Campillo (1995). *J. Geophys. Res.*, 100, 3961-3975.  
Olson and Anderson (1993). *Geophys. J.*, 94, 443-455.  
Miyake, Beroza, and Iwata (2002). *EOS Trans. Am. Geophys. Union*, 83, F1020.  
Miyake (2003). Ph.D thesis, Kyoto University, pp.105.  
Wald *et al.* (1991). *Bull. Seism. Soc. Am.*, 81, 1540-1572.