

## 地震波解析における共分散成分の重要性について (2) : 非負の拘束条件を課さない震源インバージョン

### Importance of covariance components in the inversion of seismic waveforms (2): source inversion without non-negative constraint

# 八木 勇治 [1]; 深畑 幸俊 [2]

# Yuji Yagi[1]; Yukitoshi Fukahata[2]

[1] 筑波大学大学院; [2] 東大・理・地球惑星

[1] Univ. of Tsukuba; [2] Dept. Earth and Planet. Science, Univ. Tokyo

震源過程を推定する際に、非負の拘束条件が広く用いられている。非負の拘束条件としては、解が正になるモデル領域のみで線形問題を解く Non-Negative Least-Squares method (NNLS) や解が正になるように非線形な拘束条件を課す方法が使われている。これらの非負の拘束条件は、解の見栄えをよくする点、安定に解が求まる点において有用であった。一方で、非負の拘束条件を使用すると、多少間違えたモデリングを行っても、一見尤もらしい解が得られるために、モデルの検討がおろそかになりやすいという問題をもたらす。モデリングの検討不足は、研究者によって、得られる解が異なる一因になるであろう。

さて、一般に非負の拘束条件が必要となるのは、解析に使用する地震波形データが、時間的・空間的に系統的な誤差を含むためである。もしも誤差が完全にランダムで系統誤差が含まれないならば、モデルの推定誤差をはっきりと上回るような負の滑りが得られることは考えにくい。共分散の効果を検討することは、この系統的な誤差を軽減するための一つの有効な手段と言える。本研究では、非負の拘束条件を適用しない場合に、共分散成分を無視した場合と考慮した場合で、どのような解が得られるのか比較検討する。

解析には、遠地実体波波形を使用し、データの共分散成分として、観測データの処理に伴い発生する成分とモデリングに由来する成分を考慮する。ここで、問題を単純化するために、モデリング誤差は、震源領域の離散化に伴う成分のみを考慮した。この離散化に伴うモデリング誤差としては、時間と空間に対して相関を有する定式化を採用した。二つの共分散成分間の相対的な重み、スムージング等の拘束条件との相対的な重みは ABIC を用いて推定した。今回使用した定式化は、遠地実体波のみではなく、近地強震動波形にも適用することができる。

複数の地震に今回の手法を適用した結果、共分散成分を無視した場合には、低サンプリング (1Hz) のデータにおいても、大きな負のすべりが得られる場合が存在し、さらに、観測点数、サンプリング数の増加に伴い、劇的に解が不安定になる。一方で、共分散成分を考慮した場合には、小さな負のすべりが得られるものの、解が安定に得られる傾向がある。このことは、共分散成分を考慮することにより、系統誤差による解への影響が軽減されたためと考えられる。ここで、5Hz 以上のサンプリング間隔のデータを使用すると、新しい定式化においても、解が若干不安定になることを確認した。モデリング誤差を離散化に伴う誤差のみで表現したことが原因の一つとして考えられる。