

## Double Difference 法における解の安定性を考慮した震源ペアへの重み付け最適化法

## An optimization method of the weighting to hypocenter pair for stable solution in Double Difference method

# 干野 真 [1]

# Makoto Hoshino[1]

[1] 産総研

[1] AIST

ここ数年の間に、複数の震源決定時に、震源間の拘束条件を加えて同時決定する方法の一つである Double-Difference 法（以下 DD 法）が導入されるケースが増えてきている。DD 法には、従来の個別に震源決定を行う方式に比べて、見た目上の震源のクラスター化が顕著なので、断層の位置形状の推定などにおいて、震源クラスター形状が有意である場合のトピックには事欠かない。しかしながら、「(1) 絶対走時差と相対走時差 (DD) の間の重みの比率」、「(2) 各震源ペア間における DD の重みの比率」を適切に扱う必要がある。すなわち、DD 法を用いたからといって、全震源における絶対走時部分の残差の総和は、従来の個別に震源決定を行う場合に比べて減少するわけでは無い、という事実からも、DD によって得られるものと失われるものがあるという認識が重要である。

一般的には、各震源ペアには、その距離に基づいた重み付けを行うことが Waldhouser and Ellsworth(2000) によって推奨されている。本研究では、「DD 法は、研究者が様々な見地からの重み配分方法を提案し合って、DD の有効性を丁寧に検証すべき段階ではなかるうか？」という動機付けをもって、重み配分方法の一つとして、逆問題の適切性に着目した方法を提案する。

逆問題の適切性の評価方法には様々なものがあるが、「拙速性」が要求される場合に対して、Curtis(1997) は合理的な方法を提案している。それは、逆問題の解法の中で現れるヘッセ行列の固有値の並びを用いて評価するものである。この方法は、「最大固有値」と「全固有値の和である対角成分の和」の比を評価するものであるため、計算量が非常に少ない。多数の震源を同時決定する場合でも、各震源ペアについて部分ヘッセ行列をこの方法で評価することが可能である。震源位置のみ（オリジンタイムを含まない）の評価の場合で、震源ペア毎に高々  $6 \times 6$  の大きさの対称行列の最大固有値を求めることに帰着できる。

人工データによる数値計算によって、この重み付け方法の効果を検証してみた結果、見在目上、有意義であると思われる解の改善が見られた。距離に基づく重みだけでは処理しきれないような重み配分の合理化が期待できる。例えば、領域の端にあることで不安定な条件で求められている位置精度の低い震源が、より良い条件で求められている位置精度の高い震源の位置を狂わせるといったような、複数震源同時決定方法に固有といえるタイプの誤差が軽減されていると推測される結果が得られている。