

ABICによる震源過程の波形インバージョン：新旧定式化の比較

Waveform inversion of source processes using ABIC: Comparison between the results from proper and improper formulation

深畑 幸俊[1], 八木 勇治[2], 松浦 充宏[3]

Yukitoshi Fukahata[1], Yuji Yagi[2], Mitsuhiro Matsu'ura[3]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・地震研, [3] 東大・理・地球惑星科学

[1] Dept. Earth and Planet. Science, Univ. Tokyo, [2] ERI, Univ. Tokyo, [3] Dept. of Earth & Planetary Science, Univ. of Tokyo

ABIC (Akaike's Bayesian Information Criterion) を用いたインバージョンは、Yabuki & Matsu'ura (1992, GJI) 以来、多くの研究で使用され威力を発揮している。ABIC を用いることにより、誤差を含む不十分なデータからでも意味のある情報を客観的に引き出すことができる。ABIC によるインバージョン解析では、昨年の合同大会および地震学会で示したように (Fukahata and Matsu'ura, 2002, GJI, submitted)、複数の先験的拘束条件を持つ場合、その独立性に配慮して定式化を行う必要がある。つまり、複数ある先験的拘束条件が、通常は独立な条件ではないのである。

けれどもこれまで、複数の先験的拘束条件が完全に独立であると暗に仮定して定式化がなされ、多くの解析が行われ、様々な研究結果が得られてきた。そこで、現在の知見から、それらの研究結果の妥当性を吟味する必要がある。深畑・松浦 (2001, 地震学会) が提示した正しい定式化と旧来の形式化を比較すると、データが充分ある場合には両者はほとんど同じ結果を与えられ考えられるが、データが不十分な場合には旧来の定式化では拘束条件が強く効き過ぎるようになり、さらにデータが少なくなると ABIC 最小が求まらなくなると予想される。

そこで、実際のデータを解析して上記の予測が正しいかどうか調べてみた。データとしては、地震の大きさ、震源近傍での構造の単純さなどから、1999年9月30日にメキシコ・オハカ州で起きた深さ約40kmの地震 ($M_w=7.4$) の遠地及び近地の波形を用いた。この地震については、すでに八木他 (2001, 合同大会) によって断層面が決定されている。本研究では、八木他 (2001, 合同大会) の方法に準じて、震源でのすべりの時空間分布を ABIC を用いて推定した。ABIC によるインバージョン解析では、(1) 遠地・近地のデータとも使用した場合、(2) 遠地のデータのみを使用した場合、(3) 遠地のデータの一部のみを使用した場合の3通りを行い、深畑・松浦 (2001, 地震学会) の提示した定式化と旧来の定式化とで得られる結果がどれ程異なるか比較した。

その結果、まず、(1) 遠地・近地のデータとも使用した場合には、両者の結果はほとんど完全に一致することが分かった。次に、(2) 遠地のデータのみを使用した場合には、正しい定式化に従って解析すると、(1)と類似の結果が得られた。しかし、旧来の定式化では、理論的に予測された通り、正しい定式化の場合と比べ遥かに大きな超パラメタの値が ABIC 最小の規準により選択されてしまい、時間的にも空間的にも過度に平滑化された震源イメージが得られた。これは、(1) で得られた結果と大きく異なるものである。さらに、(3) 遠地のデータの一部のみを使用した場合には、旧来の定式化では local minimum が消滅し ABIC 最小が求まらなくなった。つまり、解が得られなかった。この場合でも、正しい定式化に従って解析すると、(2) の場合とほぼ同様の結果が得られた。

結論として、旧来の定式化に従って解析された結果は、データに含まれる情報が十分な場合は問題ない。しかし、データが不十分な場合には、正しい推定結果と相当に乖離している可能性がある。