

## クロスオーバーコンボリューション(XO)法の開発と2000年鳥取県西部地震余震データへの適用

### Development of the Cross-Over convolution method and its application to the aftershock data of the 2000 Western Tottori earthquake

# 武田 哲也 [1]

# Tetsuya Takeda[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

#### 1. はじめに

クロスオーバーコンボリューションを用いた精密な相対震源決定法(XO法)アルゴリズムを開発した。この手法の特徴は、震源メカニズムや震源時間関数に影響されない震源決定が可能なことである。これまで相対震源決定手法としてはWaldhauser and Ellsworth (2000)によって開発されたDouble-Difference (DD)法が広く普及しており、それは地震波形の相似性を利用することによって高精度な震源決定を実現している。しかし近接した地震であっても波形が相似するとは限らないために、その場合は震源決定の高精度化は望めない。一方、XO法では近接する地震の相似性を仮定する必要はなく、クロスオーバーコンボリューションによって精密なXO時間差を求めることができ、それによって高精度な震源決定を可能にしている。またDD法で使用できるデータ量と比べて、XO法ではそれぞれの震源ペアに複数の観測点ペアを持つために使用できるデータ量は相対的に大きく、また原理上信頼性が高いと言える。よって相互相関係数の高いデータだけで震源を求められるだけの十分な量を確保することも可能である。本講演では、XO法の有効性を検証するためのシンセティックテストを行い、DD法との比較を行った。また実データへ適用するために、2000年鳥取県西部地震余震データを用いて、XO法の実効性と適用可能条件について検証した。

#### 2. シンセティックテスト

15km立方の空間にランダムに分布させた100個の震源を用いて、震源間の距離が2km以内にあるすべての震源ペアを抽出し、それぞれの震源ペアの理論走時を計算してDDデータおよびXOデータを作成した。得られたデータはそれぞれ4015個と8030個となった。真の震源位置に標準偏差が1kmとなるガウス分布を持った揺らぎを $x, y, z$ の三方向に与え、両手法でそれを初期震源として震源決定を行った。その結果、得られた震源分布は両手法とも真の分布とほぼ一致し、平均残差距離は、DD法とXO法ではそれぞれ0.036kmと0.031kmであった。つまり信頼性の高いデータを用いれば、DD法とXO法の震源決定精度には差はないと言える。これはXO値とDD値を用いた震源決定部分のアルゴリズムが類似しているためだと考えられる。よって震源決定精度の優劣はデータの品質だけによって左右されると言える。

#### 3. 2000年鳥取県西部地震余震データへの適用

続いて、実際のデータでの実効性を確認するために2000年鳥取県西部地震余震データに適用した。データは高感度地震観測網(Hi-net)によって観測されたデータを用いた。波形データよりDDデータとXOデータを作成し、そのうち相関係数が0.8を越えるものだけを抽出し、それぞれ2585個と3987個のデータが得られた。解析には近隣の定常観測点8点しか用いていないため、データ数に大きな差は出ていない。しかしDDデータの場合、相関係数が高いことが必ずしも正しい値を見積もっているとは限らないため、XOデータの方が信頼性が高いであろう。次に震源間距離と相関係数の関係について調べた。震源間距離2kmを越えると相関係数は0.8を下回るようになる。この結果から本手法が効力を発揮する震源間距離は高々2kmであることがわかった。これは本手法が密集した震源分布を持つデータセットに非常に有効であることを示す。解析後に得られた震源分布は、いくつかの特徴を示している。初期震源でははっきりとしなかったリニアメントやクラスターを明瞭に確認することができる。特に本震断層の中部から北部にかけては東北東-西南西の走向を持つリニアメントが存在している。本手法は、本震発生後にどのように応力の集中が生じ、破壊面が発達していく過程を解析する上で重要な情報を与えることができる。

謝辞：波線計算には関根秀太郎博士のプログラムを使用させて頂きました。本手法開発に際して前田拓人博士と岩崎貴哉教授には有益な助言を頂きました。ここに併せて感謝を記します。