

2001 年兵庫県北部地震の震源過程、およびそれに伴う群発地震活動と ΔCFF の関連

Source Process of the 2001 Hyogo-ken Hokubu Earthquake and Correlation between the Associated Swarm Activity and the ΔCFF

木村 武志[1], 筧 楽磨[2]

Takeshi Kimura[1], Yasumaro Kakehi[2]

[1] 神戸大・自然・地球惑星, [2] 神戸大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ.

1. はじめに

2000 年 12 月に兵庫県北部で群発地震活動が始まり、2001 年 1 月 12 日には $M_w5.2$ の最大地震(2001 年兵庫県北部地震)が発生した。この最大地震後、群発活動は著しく活発化かつ広域化した。その一つの大きな特徴として、最大地震の断層面を含む東西方向に伸びる活動と、それと異なり北西-南東方向に伸びる 3 本の線状の活動が見られることが挙げられる。この研究では、まず最大地震の震源過程を推定し、得られた最大地震の断層面上のすべり量分布から推定されるこの活動域の ΔCFF の分布と群発活動との相関を考える。

2. 木村・筧(2002)の問題点

木村・筧(2002 年日本地震学会、P123)では、まず理論的グリーン関数による波形インバージョンを用いて最大地震の震源過程を推定した。次に、得られたすべり量分布から最大地震によるクーロンの破壊関数の変化(ΔCFF)を推定した。さらに、最大地震後に発生した $M_w4.0$ 以上の地震による ΔCFF を F-net、気象庁一元化震源のデータから推定し、これらを随時重ね合わせていくことによって得られた ΔCFF の時空間変化と、北西 - 南東方向に伸びる群発活動の時空間推移を比較した。この時の結果の問題点として、波形インバージョンによって見積もられた最大地震の地震モーメント($1.71 \times 10^{17} \text{Nm}$)が、F-net によって推定されている地震モーメント($0.71 \times 10^{17} \text{Nm}$)に比べて 2 倍以上も大きいことが挙げられる。そして、このことから最大地震のすべり量が大きく見積もられてしまい、その ΔCFF までもが過大評価されている可能性が考えられた。

3. 速度構造の再検討と波形インバージョンの結果

我々は上の問題について、グリーン関数を計算する際に用いた速度構造のうち、表層の堆積層等による地震波の増幅効果がきちんと見積もられていなかったことが、震源でのすべり量の過大評価の主な原因であると考えた。そこで、震源過程が比較的単純であると考えられる規模の小さな地震の観測波形を用いて速度構造を調節した。解析手法としては、まず木村・筧(2002)の速度構造を使って、モーメントテンソルインバージョンを用いたグリッドサーチを行い、最適な震源の位置、strike、dip、rake を推定した。そして、得られた最適な点震源からの理論波形を計算し、観測波形と振幅や波形が合うように観測点ごとに速度構造を推定した。得られた速度構造を用いて、再度最大地震の波形インバージョンを行った。解析には $0.4 \sim 1.0 \text{Hz}$ の速度波形を用いた。その結果、予想通り地震モーメントは $1.01 \times 10^{17} \text{Nm}$ とより小さく見積もられ、F-net の値に近いものとなった。すべり量分布の特徴としては、破壊開始点の東側にすべり量の大きな領域が一つ見られ、その最大すべり量は約 0.3m であった。このすべり量の大きな領域の位置は、加藤他(2002)で経験的グリーン関数($0.5 \sim 5.0 \text{Hz}$)を用いた波形インバージョンの結果と合致する。破壊継続時間は約 2.7sec であった。

4. 群発活動と ΔCFF の関連

次に得られたすべり量分布を用いて、木村・筧(2002)と同様に ΔCFF の時間変化と北西-南東方向に伸びる群発活動とを比較した。木村・筧(2002)と比較して、最大地震の地震モーメントが小さくなったために、その ΔCFF の絶対値が減少した。このため、他の $M_w4.0$ 以上の地震による ΔCFF への影響が相対的に強まることになった。また、最大地震のすべり量分布が異なった結果になったため、最大地震による ΔCFF の分布パターンも異なったものになった。この結果、 ΔCFF と群発活動の間により良い相関が見られるようになった。北西-南東方向に伸びる群発活動の三本の線のうち、二本は最大地震による ΔCFF の正の領域にほぼ対応している。一方、最も東側の線状の活動は、最大地震後の $M_w4.0$ 以上の地震によって ΔCFF の正の領域が北西に伸びていくにしたがって、群発活動の領域も北西に伸びていっているように見える。この領域の群発活動の進展には、群発活動自身が生み出す ΔCFF が強く影響していたと考えられる。

謝辞

解析には気象庁一元化震源、防災科学研究所 K-NET、KiK-net、F-net のデータを使用させて頂きました。また、京都大学防災研究所の橋本学教授には ΔCFF の計算プログラムを提供していただきました。記して感謝いたします。