経験的グリーン関数法を用いた 2016 年鳥取県中部の地震の強震動生成域の推定

愛知工業大学　学生会員　本間雅大
愛知工業大学　学生会員　熊谷太希
愛知工業大学　正会員　倉橋　奨
愛知工業大学　非会員　横田　崇

1. 目的

2016 年 10 月 21 日、鳥取県中部で Mj6.6 の地震が発生した。この地震の最大震度は倉吉市、湯梨町、北栄町で 6 弱を記録し、KiK-net 観測点 TTR005（倉吉）では最大加速度 1,494gal を記録した。建物被害は全壊 12 棟、半壊 95 棟（内閣府, 2016）にも及んだ。このような被害をもたらした強震動の生成メカニズムの解明は、今後の強震動予測の高精度化に不可欠である。本研究では、強震動の生成メカニズムを解明する目的として、経験的グリーン関数法により本地震の強震動生成域の推定を行った。

2. 本震と余震分布

図 1 に本地震の震央（星印）と解析に使用した観測点（逆三角形）を示す。図-1 の左上の赤枠内の星印は、経験的グリーン関数の候補を検討するために抽出した 2016 年 10 月 21 日～2016 年 10 月 31 日までに発生した Mj4.0～Mj4.5 の地震の震央分布である。

3. 解析手法

本研究では、解析手法として経験的グリーン関数法を用いる。以下、この手法の概要と手順を示す。

経験的グリーン関数法とは、断層の大きさや断層の破壊過程を考慮した上で小地震の観測記録を足し合わせて波形を合成する手法である。ある断層モデルを仮定して計算された合成波形が本震波形と近似する場合、その断層モデルは本震の断層を再現できていると考えられる。本研究では、この断層モデルを強震動生成域と推定する。経験的グリーン関数法では、経験的グリーン関数となる要素地震が必要なため余震から要素地震の選定を行った。要素地震の候補として 2016 年 10 月 21 日～2016 年 10 月 31 日までに震源付近で発生した Mj4.0～Mj4.5 の地震を 9 個選定し、その中で本震のメカニズム解に近似している地震を選定した。解析に必要となる要素地震の面積と応力パラメータについては、要素地震から算出したコーナー周波数から、円形クラックモデルを仮定して、算出した。要素地震の緒元を表 1 に示す。

解析に利用する観測点は、本震から半径約 30km 以内のものを選定した。また、強震動生成域を設定する際、倉橋他（2016）によるすべり量分布のすべりの大きい場所付近を参考とした。最適モデルは、三宅他（1999）による評価関数を利用して、観測波形と合成波形の残差が最小のものとした。この関数は、高周波は加速度エンベロープを、低周波は変位の波形を用いて評価するもので広帯域の強震動が評価できる。最適モデルのパラメータは、断層の長さと幅の足し合わせ数、破壊開始点（長さ、幅方向）、破壊速度、ライズタイム、応力降下量比とした。

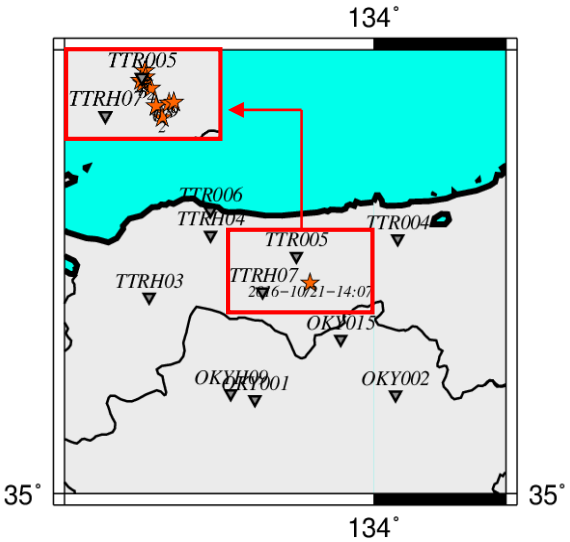

図-1 本震と要素地震および観測点の分布。星印は本震と要素地震、逆三角印は観測点を表す。

4.解析結果

図 2 に、TTR004（鹿野）、TTR005（倉吉）、TTRH03（溝口）の観測点における観測波形（黒線）と合成波形（赤線）の EW 成分の比較を示す。各観測点とも、合成波形は観測波形の振幅および位相を概ね再現できている。ただし、TTRH04(赤崎)の EW 成分の変位波形のように合成波形が観測波形よりも過大評価となる地点もある。この改善には、要素地震の再検証や震源モデルのチューニングの必要性があると考えられる。表-2 及び図-3 に、最適モデルと強震動生成域をすべり量分布図上に加筆した図を示す。強震動生成域を倉橋他(2016)による最終すべり量分布に照らし合わせ、ほぼ整合していた。

5. まとめ

本研究では 2016 年鳥取県中部の地震の強震動生成域の推定を行った。強震動生成域の場所と面積は、倉橋他（2016）による最終すべり量分布図とほぼ一致することがわかった。

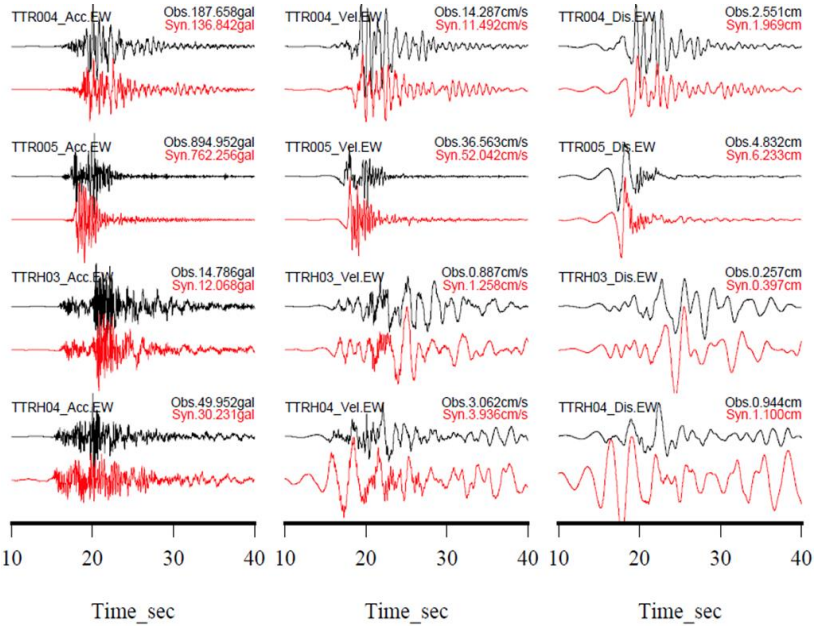

図-2 TTR004（鹿野）、TTR005（倉吉）、TTRH03（溝口）、TTRH04(赤崎)の観測波形と合成波形

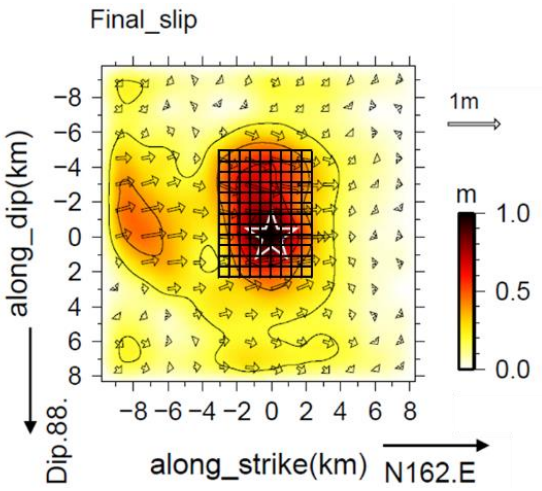

図-3 最適モデルの強震動生成域(黒矩形)
背景図は倉橋他(2016)のすべり量分布

表-1 要素地震の緒元

発震時間	2016-10-21-12:12:23
地震規模(M)	4.1
S波速度 ： Vs	3.5
コーナー周波数	3.85
円形とした時の半径 ： r	0.34
正方形の一片 ： dx	0.6

表-2 最適モデルの震源

地震モーメント(Nm)	1.62E+18
応力パラメータ(MPa)	17.27
断層の長さと幅(km)	7.2 ， 5.4
ライズタイム(s)	0.1

6. 参考文献

内閣府（2016）：2016 年鳥取県中部を震源とする地震に係る被害状況
等について(平成 28 年 11 月 22 日現在)
入倉（1986）：Prediction of strong acceleration motion using empirical Green's function
倉橋他（2016）：2016 年鳥取県中部の地震の震源破壊過程の推定
三宅他（1999）：経験的グリーン関数法を用いた 1997 年 3 月 26 日(MJMA 6.5) 及び 5 月 13 日(MJMA 6.3) 鹿児島県北西部地震の強震動シミュレーションと震源モデル

謝辞
本研究は KiK-net・F-net のデータを使用させていただきました。