

Imaging the rupture of the Mw 6.3 April 6, 2009 L'Aquila, Italy earthquake using back-projection of teleseismic P-waves

Sebastiano D'Amico, Keith D. Koper, Robert B. Herrmann, Aybige Akinci, and Luca Malagnini
GRL, V37, L03301, 2010

Date: 2010/03/10

Summarized by Seongryong Kim

2009년 4월 6일 L'Aquila시 부근에서 발생한 Mw=6.3지진은 많은 피해를 입혔다. 본 연구에서는 이 지진에 대해 teleseismic P-wave back-projection 방법을 사용하여 imaging 하였다. 이 방법은 rupture dimension이 수백 킬로미터에 이르는 큰 지진 ($M > 7.5$)이 그 대상이 되어왔다. 이 연구에서는 이 방법이 moderate size 지진에도 적용될 수 있음을 보여준다. 또한 이 방법은 fault plane에 대한 정보가 필요 없으므로, 지진이 발생한 시간부터 수 십분 이내로 rupture property를 얻을 수 있게 한다.

자료는 30-90도 거리의 teleseismic P-waveform 780개를 이용하였다. uniform한 geometry를 갖는 array를 사용하기 위해 지구 표면 1000x1000 km의 patch에서 multi-channel cross-correlation (MCCC) 방법으로 가장 높은 correlation coefficient를 갖는 station의 seismogram을 사용하였다. 이렇게 선정된 67개의 자료들에 대해 다시 MCCC 방법을 적용하여 0.6이상의 값을 보이는 자료만을 사용하였고 이는 총 60개 이다.

Imaging을 위해서 Xu et al. (2009)의 Array response function (ARF) 방법을 사용하였는데, 진앙 주변을 0.01도와 0.2초 간격으로 나누었다. 이 방법이 teleseismic P-wave를 사용하기 때문에 depth resolution이 없다. 따라서 명목상의 깊이인 8.8 km 를 설정하였다. 모든 grid point는 각각의 지진원으로 가정되고 AK135모델에 의해 계산된 주시가 사용되었다. 해당하는 이론적 도달시간 주변의 짧은 시간 segment에 대해 stacking을 하였고 여기서 구해진 beam power는 해당 grid point에 mapping되고 높은 값을 가지는 부분이 rupture location일 가능성이 높다.

그림 3은 fourth root stacking의 결과이다. 0.33-1.67 Hz band와 4초 길이의 window를 사용하였다. 이 경우 ARF보다 더 sharp한 image를 얻을 수 있다. rupture는 남동쪽으로 이동하는 듯 보인다. 이러한 결과는 frequency band, time window length, stacking method와 같은 요인에 다소 영향을 받는 것을 여러 번의 test를 통해 check하였다. 그러나 모든 경우에서 남동쪽 방향으로 에너지가 이동하는 것이 관찰되었다. 이를 synthetic seismogram으로 다시 test 하였다. 동일한 setting에서 5초의 삼각형 pulse를 입힌 synthetic을 이용하여 stacking한 결과 남동쪽의 에너지가 관찰되지 않는다. 시간에 대하여 integrated된 image는 이전의 SAR를 이용한 fault inversion결과와 유사한 모습을 보였고, Intensity map과도 일치하는 모습을 보인다.

토의

1. Radiation pattern에 의한 영향은 어떻게 고려되는가? Strike slip fault와 같이 radiation pattern이 azimuth에 따라 달라지는 경우에도 사용할 수 있는가? - 문헌조사 필요
2. structure에 대한 고려는 불필요한가? - P-wave 를 align해서 stack하기 때문에 중요하지 않다.
3. geographical patch에서 Cross correlation (CC) 을 통해 어떻게 trace를 선별 하는가? - 대상이 되는 trace를 다른 모든 trace에 대해 CC한 후 평균값을 구한다.