

Did the September 2010 (Darfield) earthquake trigger the February 2011 (Christchurch) event?

Salvatore Stramondo, Christodoulos Kyriakopoulos, Christian Bignami, Marco Chini,

Daniele Melini, Marco Moro, Matteo Picchiani, Michele Saroli & Enzo Boschi

Nature, Sci.Rep.1:98, P1, 2011

Date: 2010/11/17

Summarized by Seungwoo Choi

Darfield 지진(Mw 7.1)은 2010년 9월 3일에 Greendale fault를 따라 발생하였다. Darfield 지진의 far-field observation은 dextral strike-slip fault를, near-field observation는 reverse fault를 보여준다. 즉, Darfield 지진은 작은 구조에서 thrust fault로 시작하여 Greendale fault에서 strike-slip mechanism으로 이어졌다고 해석할 수 있다. 2011년 2월 21일, Christchurch 지진(Mw 6.3)은 Christchurch의 도심부에서 남동쪽으로 약 6 km 떨어진 곳에서 oblique-thrust fault에 의해 발생하였다. 지진이 발생하면 stress는 소멸되지 않고 주변 지역으로 전파되어 추가적인 지진의 발생 가능성을 증가시킨다는 Coulomb Stress Triggering 가설에 따라 두 번째 지진이 첫 번째 지진으로 인한 stress redistribution에 의해 발생하였는지를 알아보려 한다. 두 지진을 조사하기 위해, Japanese mission ALOS와 여기에 내장된 PALSAR 센서에서 얻은 두 쌍의 위성 이미지를 이용하여 DInSAR를 적용하여 interferogram을 구하였다. 이것을 선형적으로 역산하여 Darfield 지진의 slip distribution을 측정하였다. 역산을 위해 Greendale fault를 총 길이 44 km, 폭 12 km의, 연속되는 세 개의 planar rectangular strike-slip fault plane와 세 개의 thrust로 근사하고 fault plane을 사각형의 patch들로 세분하였다. 각 patch에 unitary dislocation을 부과한 후, 위성 LOS를 따라 투영된 E, N, vertical surface displacement 성분들을 모음으로써 Green's function matrix를 구성하였다. 역산 결과 slip의 가장 큰 부분은 main fault의 세 segment에 걸쳐 집중되어 있고 peak 값은 중앙에서 6.5 m이다. 이것은 가장 많은 energy가 Greendale fault에 의해 방출되었다는 것을 보여준다. crustal rigidity를 30 GPa로 가정한다면 geodetic moment는 $\sim 5 \times 10^{19}$ Nm(Mw ~ 7.1)이다. rupture plane의 측정을 빠르게 할 수 있는 장점을 갖고 있는, Okada model과 Neural Networks에 기초한 새로운 접근법을 사용하여 Christchurch 지진의 geometry를 조사하였다. 이렇게 구한 두 지진의 fault geometry와 처음 지진의 slip distribution을 이용해 두 번째 지진의 fault plane의 Coulomb Failure Function(CFF)을 계산하여 첫 번째 지진이 두 번째 지진의 rupture를 유발하는 역할을 하는지에 대해 조사하였다. Christchurch rupture plane에서 남서쪽으로 갈수록 stress loading이 커지면서 rupture가 발생하기 쉬워지는데 fault의 stress가 load되는 부분에서 CFF의 평균값은 0.01 MPa 이상이고 peak 값은 0.03 MPa을 초과한다. 0.01 MPa의 order의 stress value는 지진을 촉발시키는 threshold로 간주되므로 지진-1이 지진-2의 fault의 rupture를 촉진하는데 기여했다고 결론지었다.