

Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-Oki earthquake

Shinzaburo Ozawa, Takuya Nishimura, Hisashi Suito,
Tomokazu Kobayashi, Mikio Tobita & Tetsuro Imakiire
Nature, V475, P373, 2011

Date: 2011/09/16

Summarized by Sang-Hyun Lee

Japan trench에서는 태평양 판이 Okhotsk 판 아래로 73-78 mm/yr의 속도로 섭입하고 있으며, 규모 7의 지진이 자주 발생한다. 하지만 규모 7.5 이상의 지진은 거의 발생하지 않았다. 역사적으로도 17세기 이후로 규모 8.5 이상의 지진에 대한 기록은 없다. 이러한 이유로 규모 9의 Tohoku-Oki 지진은 예상 밖의 큰 지진이다. 이 지역에서 지진의 의해 해소되는 strain은 섭입에 의해 축적되는 strain에 비해 매우 적다. 이 차이는 afterslip과 같은 episodic aseismic slip으로 해석되어 왔다.

본 연구에서는 GPS 관측망(GEONET)에서 관측된 coseismic 변위와 postseismic 변위로부터 coseismic slip과 afterslip의 분포를 역산하여 그 관계를 살펴보고, strain 해소 역학관계를 살펴 보았다.

Tohoku-Oki 지진 전후의 변위(coseismic displacement)는 수평적으로는 동쪽방향으로 최대 5.3 m 이동하였고, 수직적으로는 최대 1.2 m 가 침강되었다. 변위는 Tohoku 지역의 해안을 따라 집중되어 있다. 지진 발생 후 2 주간의 변위(postseismic displacement)는 coseismic displacement에 비교하여 넓게 분포하고 있으며, 지진원에 가까운 서쪽 해안에서는 수직적으로 상승하였다.

역산된 coseismic slip은 Japan trench를 따라 400 km, 섭입면을 따라 60 km 깊이까지 분포하며, 최대 변위는 27 m 이다. 방출된 moment는 3.43×10^{22} Nm ($M_w=9.0$)이다. 역산된 postseismic slip은 두 곳에서 집중되어 나타나며, 방출된 moment는 3.35×10^{21} Nm($M_w=8.3$)이다. Afterslip은 coseismic slip 이 작은 곳에 집중되어 있으며, 보다 넓은 지역에 분포한다.

Afterslip를 포함하여 Tohoku-Oki 지진에 의해 해소된 strain이 복구되는 데는 약 350-700 년이 걸릴 것으로 예상된다. 이는 약 800-1000 년 주기를 보이는 tsunami와 Tohoku-Oki 지진과 같은 massive 지진의 연관성을 시사하고 있다.

이 지역에서는 coseismic 침강(1.2 m)과 intersiesmic (5-10 mm/yr) 침강이 발생하고 있다. 반면에 제 4기 후반에 융기의 증거가 존재한다. Postseismic 변위에서 관측된 지표면 상승이 계속 지속된다면 제 4기의 융기가 설명될 수 있다. 이를 확인하게 위해서는 지속적인 geodectic monitoring이 요구된다. 또한 geodetic 정보로부터 massive 지진의 발생 가능성을 유추할 수 있다.