

Determination of earthquake focal depths and source time functions in central Asia using teleseismic P waveforms

Risheng Chu, Lupei Zhu, and Don V. Helmberger

이 논문에서는 teleseismic P waveform을 이용하여 source time function과 focal depth를 구하는 새로운 방법을 소개하고 있다. Source time function을 구하기 위해 이론적인 Green's function을 사용하였고 지진의 깊이를 구하기 위해서 direct P와 depth phase를 분리하여 사용하였다. 이 방법을 중앙 아시아에서 발생한 지진들에 적용하였고 동일한 지진의 Centroid Moment Tensor (CMT) solution의 결과와 비교하여 보았다.

Source time function과 깊이를 구하기 위해 teleseismic P waveform ($30^\circ - 90^\circ$)을 사용하였다. P-p와 P-sP사이의 differential travel time은 지진의 깊이에 영향을 받으며 지진의 focal depth를 구하는데 사용된다. Generalized ray method(Helmberger, 1983)를 사용하여 이론적인 Green's function을 계산하였고 지진의 source time function은 impulse-response (source-free) synthetic seismogram인 teleseismic P waveform의 수직성분을 deconvolution하여 구했다. 데이터와 synthetic seismogram을 bandpass filtering을 하고 시간영역에서 반복적인 deconvolution technique (KiKuchi and Kanamori, 1982)을 적용하고 각 지진에 대해서 average source time function을 구하기 위해 다른 방향의 관측소로부터 구한 모든 source time function을 stack하였다.

Tibetan Plateau (85°E , 33°N)의 중심에서 30° 이하인 거리에서 발생한 지진들에 이 방법에 적용하였다. CMT catalog에서 M5.0이상인 1990년 1월 ~ 2005년 2월까지 발생한 929개의 지진을 찾았다. CMT solution에 의한 synthetic seismogram과 관측된 데이터를 비교하여 606개의 지진을 선택했고 source time function과 깊이를 계산하였다. CMT catalog, EHB Bulletin(Engdahl et al., 1998)과 계산된 source time function과 깊이를 비교한 결과를 Figure 3에 나타내었다. CMT의 깊이보다 이번 연구에서 계산된 깊이가 더 얇게 나타났고, EHB Bulletin의 결과와 비교해보았을 때 CMT의 깊이보다는 EHB Bulletin의 결과와 잘 일치했다. 장주기의 표면파와 실체파를 사용하여 얻은 CMT solution의 결과는 얇은 깊이에서 발생한 지진의 경우 source depth와 duration이 과대평가되었다. 재결정된 focal depth는 606개의 지진 중 2/3이 지각 상부 20km에서 발생하였다. 이것은 이 지역이 높은 지열과 약한 ductile함을 암시한다. 100km 이상에서 발생한 모든 지진은 Burma-Indonesia arc와 Pamir-Hindu Kush 지역을 따라 현재 섭입하는 지역이다. 중간 깊이에서 발생한 지진은 2개를 발견했는데 Tibet 남쪽에서 발생한 지진(06/09/1996, Mb 5.2, 깊이 84km)과 Iran 남쪽에서 발생한 지진(06/10/1998, Mb 5.4, 깊이 82km)이다. 중간 깊이에서 발생한 지진의 원인에 대해서는 여러 의견이 있다(Zhu and Helmberger, 1996; Chen and Yang, 2004; Priestley et al., 2008).