Cascadia Tremor Located Near Plate Interface Constrained by S Minus P Wave Times

Mario La Rocca, Kenneth C. Creager, Danilo Galluzzo, Steve Malone, John E. Vidale,
Justin R. Sweet, Aaron G. Wech
Science, VOL. 323, P. 620-623, 2009

Date: 2012/09/26

Summarized by Mikyung Choi

Deep nonvolcanic tremor (NVT)은 일본이나 Cascadia지역의 섭입대와 같은 지질구조적으로 활발한 지역에서 발견된다. NVT는 작은 진폭, 고주파수의 에너지 부족, 분명한 impulsive phase의 부재, 그리고 수 분에서 몇일동안의 지속시간으로 특징지어진다. Cascadia 지역의 지진 네트워크간의 자료에서 분명한 impulsive phase의 부족은 전통적인 방법들에 의한 정확한 지진의 위치를 결정하는 것을 방해한다. 일본의 Shikoku에서 기록된 NVT은 low-frequency earthquakes (LFEs)를 포함하고 있으며 각각의 지진기록에서 확인된 S파의 Stacking 방법을 이용하여 S-P 시간은 구하고 정확한 깊이를 구할 수 있다. 이러한 방법을 적용하여 일본의 tremor 위치는 섭입하는 판의 경계면 근처에서 발견되었다.

Cascadia 지역의 tremor의 위치를 결정하기 위한 적용된 3가지 방법은 40km 범위의 깊이 추정치를 제시하였다. 세가지의 모든 경우에는 direct S파의 위상이 있다는 가정하에 진행되었다. 이러한 방법으로 결정한 tremor의 위치에 대한 오차는 10 km보다 더 커질 수 있다. 이 논문에서는 tremor source의 깊이 해상도를 향상시키기 위한 새로운 방법을 적용하였다.

사용된 데이터는 Pacific Northwest Seismograph Network와 6개의 3성분의 단주기 지진관측소로 구성된 3곳의 array의 자료이며 각 array의 각 성분들에 대하여 모든 관측소에 대한 지진기록을 stack과 2-8Hz bandpass-filter의 자료처리 과정을 거친 후 stack한 수직과 수평성분에 대한 cross-correlation을 계산하였다. 많은 수의 trace에서 cross-correlogram envelop에서 뚜렷하고 반복되는 peak이 +3.5~+6.0s의 시간차이로 나타났으며 이러한 뚜렷한 peak은 수직성분의 P파와 수평성분의 S파의 주시와 관련이 있다. t_{S-P}에 의해 계산된 거리와 array analysis에 의해 계산된 slowness의 결합은 지진원의 깊이의 정확한 추정을 가능하게 하며 표준적인 층상구조의 지구모델에 기초하여 Sequim array아래의 tremor는 39±2km의 깊이에 있으며 Sooke array 아래에서는 31±2km이다. 이러한 분석을 통해 이 지역의 tremor의 위치는 판 경계 상부에 대한 평균 지진원의 거리는 3km이고 표준편차는 ±5km이다. Signal의 분명한 상관관계와 안정된 t_{S-P}은 Cascadia지역의 deep tremor의 일부는 각각의 이벤트들의 반복적이고 연속적으로 이루어져 있다. 이 방법은 t_{S-P}의 안정적인 계산 여부와 각 array에 대한 tremor의 위치에 따라 영향을 받기 때문에 모든 tremor에 대한 깊이를 계산하는데 어려움이 있다. 또한 이 방법은 얕은 깊이의 tremor를 찾는데 적합하다.