

High-frequency P-wave seismic noise driven by ocean winds

Jian Zhang, Peter Gerstoft, and Peter M. Shearer

Earth's hum (2-7 Hz)과 microseism peaks (0.05-0.5 Hz)의 seismic noise는 이론과 관측 모두에서 바다의 파도와 관련이 있다. Seismic array를 사용한 최근의 노력들로 P-wave seismic noise는 계절적인 바다상태와 관련이 있고 외해에서 발생한 폭풍을 찾아내는데 사용될 수 있다.

California의 두 개의 small-aperture array (Parkfield, Mojave Desert)에 기록된 수직성분의 seismic noise를 분석하였고, 주파수, 시간, azimuth와 slowness의 함수로 noise power를 측정하기 위해 beamforming (Gerstoft *et al.*, 2008)를 적용하였다. Mojave Desert 데이터의 경우, time-domain normalization과 spectral whitening은 P-wave noise를 나타내기 위해 필수적이지만 absolute amplitude를 제거하기 때문에 noise power를 분석할 때는 Parkfield 결과만을 고려하였다.

1-hour window의 slowness-azimuth spectra는 Parkfield에서 0.6~2 Hz noise 에너지가 ~0.2 s/km의 horizontal slowness, ~5 km/s의 속도로 연안 방향에서 들어오며 비슷한 beamformer 패턴이 Mojave array에서도 관측된다. Noise source의 위치를 추적하기 위한 reference point로 제공하기 위해 위치가 알려진 지진을 사용하여 beamformer 결과를 조정하였다(Figure 1b~e). Beamforming으로 유도된 Parkfield의 P-wave noise의 에너지 분포를 분석하였다. 고주파수의 P-wave noise는 표면파 에너지를 동반하지 않는다. 이러한 현상에 대한 가능한 해석은 P-wave는 심해의 압력 변동에 의해 생성되었으며 해저에서 거의 수직적으로 전파되어 표면파보다는 P-wave를 효과적으로 발생시킨다는 것이다(Figure 2). 또한 고주파수 P-wave 에너지는 시간에 대해 연속적이다. Parkfield의 예를 보면, 1달동안 데이터를 통해 peak spectrum (1-1.3Hz)의 slowness는 ~0.2 s/km이고, 에너지의 azimuth는 225~270°이다(Figure 3). Parkfield의 고주파수의 P-wave noise는 남서쪽으로 60km이상 떨어진 바람(offshore wind)과 관계가 있다. 태평양과 내륙에 있는 관측소의 바람의 속도에 대한 P-wave noise power의 CC를 계산한 결과 Parkfield에서 태평양의 남서쪽에 위치한 관측소 모두 높은 상관관계와 beamforming (225-270°)으로부터 관측된 noise의 방향과도 일치함을 보여주지만 내륙에 위치한 관측소의 경우 상관관계가 약하게 나타난다. 높은 CC 뿐만 아니라, WIS(Wave Information Study) 192에서의 바람의 속도에 대한 1과 1.5Hz의 P-wave noise power에 대한 강한 상관관계는 time series의 비교에 의해 Parkfield의 고주파수 P-wave seismic noise가 바다에서 해안으로 부는 바람에 의해 발생되었다고 증명하는 증거가 되었다(Figure 4).

P-wave noise와 바다 바람의 속도 사이의 강한 상관관계는 내륙의 지진관측소가 해안으로 부는 바람을 측정하는데 사용될 수 있음을 보여준다. 또한 P-wave noise의 관측이 body-wave noise의 분석이 지구의 구조를 증명하는 새로운 방법을 제공할 수 있다.