

Extracting seismic core phases with array interferometry

Fan-Chi Lin, Victor C. Tsai, Brandon Schmandt, Zacharie Duputel, and Zhongwen Zhan

GRL, V40, P1, 2013

Date: 2013/04/10

Summarized by Seongryong Kim

일반적으로 ambient noise는 storm activity에 의해 발생하기 때문에 surface wave가 dominant하다. 이 논문에서는 seismic interferometry를 통해 관측소 사이를 전파하는 core phase가 얻어질 수 있음을 보여준다. 일반적인 ambient noise cross-correlation 방법에서는 지진의 영향을 줄이기 위해 normalization을 하지만 여기에서는 하지 않는다. 따라서 발생한 지진의 coda와 같은 부분의 에너지도 포함하게 된다.

1181 개의 USArray에 기록된 2007-2011 자료를 이용하여 400,000개 이상의 관측소 간 cross-correlation data를 얻었다. 모든 data에 대해 50 km 거리의 bin에 average 하여 최종 결과를 얻었다. 이 결과는 normal-mode synthetic과 비교하여 core phase인 ScS와 PKIKP2를 구분하였다. 이 두 phase는 일반적으로 큰 지진이 발생했을 때 잘 관측되나, 지진의 발생 위치가 관 경계에 한정되어 있기에 지구의 다양한 부분을 sampling하지 못한다. 관측 결과에서는 명확한 ScS, PKIKP2가 관측되었고, 상대적으로 약한 P, S, PcP, ScP/PcS가 관측되었다. PKP2, PKP(BC)2, PKIKP2와 같은 phase들이 PKIKP2 이후에 관측될 수도 있지만 좀 더 연구가 필요하다.

여기서 관측된 신호의 에너지원을 알아보기 위해 먼저 월 단위 stack를 비교해 본 결과 core phase의 진폭에 강한 월 별 변화를 보였다. 그러나 계절별 변화는 보이지 않기 때문에 storm에 의한 에너지는 아님을 알 수 있다. ScS와 PKIKP2의 월 별 진폭 변화를 규모 6.4 이상의 지진을 이용한 global seismic index와 비교해 보면 높은 상관관계를 보인다. 또한 일 별 cross-correlation은 지진이 발생한 날짜에서 core phase가 관측되었고, 시간 상 전 날 밤 10시에 지진이 발생한 후 다음 날짜의 자료에서 발견되는 것으로 볼 때 지진의 long-lasting body-wave coda가 source가 되었음을 알 수 있다. New Zealand의 자료에서도 동일한 phase가 관측되었고, 더 단주기인 5-10초 에서도 PKIKP2는 확실히 관측되었다.

이 방법은 지금까지 관측하기 어려웠던 지구 깊은 부분을 관측할 수 있는 자료를 제공할 수 있다. 특히 극지에 설치된 array 를 이용하면 손쉽게 polar path를 지나는 core phase를 얻을 수 있다. 또한 장기간의 자료를 이용하면, 지진이 발생하기를 기다리지 않고도 inner core differential rotation을 관측할 수 있다.