

Attenuation tomography of the western United States from ambient seismic noise

Jesse F. Lawrence and German A. Prieto

JGR, V116, B06302, 2011

Date: 2013/05/22

Summarized by Seongryong Kim

Ambient noise의 cross-correlation을 이용하여 지진파의 전파시간을 측정하는 연구는 이제 일반적이다. 그러나 이러한 signal의 진폭과 이와 관련된 attenuation 연구는 여러 불확실성이 존재하기 때문에 쉽게 이루어지지 않았다: 3D structure에 의한 Rayleigh wave의 focusing과 defocusing, non-uniform ambient noise field. Prieto and Beroza (2008)은 이렇게 얻어진 그린함수의 상대적인 진폭이 지진에 의한 것과 거의 같다는 것을 보였고, 이후로 Prieto et al. (2009)는 LA 지역의 array에서의 평균적인 1D attenuation structure를 구하였다. 이후 Lawrence and Prieto (2011)는 동일한 방법을 sub-array에 개별적으로 적용하여 전체 array에 대하여 inversion하는 방식으로 attenuation tomography를 수행하였다. 여기서 방법은 공통적으로 Aki (1957)에 기반한 SPatial AutoCorrelation (SPAC)에 근거하고 있는데, 이는 $\gamma_{AB}(\omega) = \frac{\langle u_A(\omega)u_B^*(\omega) \rangle}{\langle |u_A(\omega)| \rangle \langle |u_B(\omega)| \rangle} \propto G_{AB}(\omega)$ 와 같이 Complex coherency로 정리되는데, whitened coherency의 ensemble이 두 지점 AB사이의 그린함수를 나타낸다는 것을 의미한다. 이는 다시, $Re[\gamma_{AB}] = J_0(kr) = J_0(\frac{2\pi fr}{C})$ 로 정리될 수 있다. 따라서 0-th order Bessel 함수를 $Re[\gamma_{AB}]$ 와 fitting하여 phase velocity (C)를 구할 수 있다. 이 때 거리에 따라 decay하는 attenuation term을 고려하면 $Re[\gamma_{AB}(f, r)] = J_0(\frac{2\pi fr}{C(f)}) \cdot e^{-\alpha(f)r}$ 로 표현할 수 있고, $C(f), \alpha(f)$ 를 동시에 grid-search로 결정하면 $\alpha = \frac{\pi f}{UQ}$ 식을 이용하여 최종적으로 surface quality factor Q를 구할 수 있다. 이러한 SPAC관계식은 time-domain noise cross-correlation과 equivalent 하다는 것이 Tsai and Moschetti (2010)에 의해 이론적으로 보여졌고, Lin et al. (2011)은 one-bit normalization등의 time-domain whitening을 사용하는 “traditional”한 방법을 이용하여도 spectral decay는 일정하며, normalized length, geometrical spreading, azimuthal variation에 대한 보정을 통하여 attenuation을 구할 수 있음을 보였다. 그러나 이러한 모든 방법은 충분한 azimuthal coverage를 가지는 경우 성립될 수 있는 방법으로, 하나의 station pair에 대해서는 성립하기 어렵다. 다만, Aki (1957)에 의 한 time-length에 대한 moving window coherency의 ensemble이 azimuthal ensemble과 유사한 결과를 보일 수 있다는 점이 제시되어 있다.