

Thermal structure of the subduction zone in western Japan derived from seismic attenuation data

Andri Dian Nugraha, Jim Mori, and Shiro Ohmi

GRL, V37, L06310, 2010

Date: 2010/05/12

Summarized by Sang-hyun Lee

지구 내부의 온도는 직접 측정할 수 없고, 표층 근처의 지열 자료를 이용한 수치적 모델링이나 지진학적 감쇄 자료를 이용하여 유추하는 방법을 통해 추정한다. 본 연구에서는 조밀한 지역 관측망에서 관측된 P파 자료를 이용하여 일본 남서부의 섭입판의 감쇄 구조를 역산하고, 그로부터 다시 온도 분포를 유추하였다.

본 연구에는 Shikoku 서부와 Kyushu 북부의 Hi-net 관측망에 관측된 Mj 1.8~4의 지진들이 사용되었다. 관측된 각각의 자료에 대하여 결정된 감쇄 정도를 통해 3차원 감쇄 모델이 구해졌다. 감쇄 정도를 결정하기 위해서 수직 성분의 P파 도달시간 근처 2.56초의 자료에 대하여 0.2 Hz high pass filter를 적용하였다. Grid search technique를 사용하여 각 지진에 대하여 corner frequency를 구하고, 각 관측소에 대한 low-frequency spectral level과 station correction 값을 결정하였다. 안정적인 역산을 위하여 2-30 Hz 대역에서 SNR이 2.0 이상인 자료만을 사용하였고, 최소 7개의 관측소에서 관측된 지진만이 사용하였다. 973개의 지진과 128개의 관측소로부터 약 19,000개의 감쇄 정보가 수집되었다. 관측된 감쇄 정보를 사용하여 3차원적 감쇄 구조를 역산하였다. 초기 Q 모델로 균일한 값 400이 사용되었다. 역산에 사용된 격자 구조는 대략 30 x 20 x 10 km 간격이다. Damping 값은 trade-off 테스트를 통해 결정된 상수값이 사용되었다.

지진학적 감쇄는 여러 요소에 영향을 받는데, 본 연구에서는 그 중 온도, 물 함량, 화학적 성분 구성을 고려한 high-temperature background method [Karato, 2003]이 사용되었다. 역산된 3차원 감쇄 구조와 기존의 3차원 속도 구조로부터 온도 분포가 결정되었다. 이 때 온도에 따른

속도 변화 값에 $-5.4 \times 10^{-4} \text{ km s}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 을, α 값에 0.2를 적용하였다. 결정된 온도 분포는 고온 지역에서 60°C 정도의 큰 에러를 가지는 것으로 분석되었다.

본 연구에 의해 얻어진 감쇄 구조에서 섭입판이 잘 보인다(Fig. 3). 섭입판에서 낮은 감쇄값을 가지며 그 때의 Q값은 400~830 정도이다. 반면 섭입판 위의 맨틀 부분은 높은 감쇄 정도를 보이며 Q 값은 222~400 정도이다. 또한 낮은 온도를 가지고 있는 섭입판이 잘 보인다. 40~80 km 깊이에서 섭입판의 온도는 $400\sim 700^\circ\text{C}$ 의 분포를 보인다. 섭입판 위의 따뜻한 지역의 온도는 $425\sim 850^\circ\text{C}$ 의 분포를 보인다. 이러한 결과는 Nankai 섭입대에서의 낮은 온도 분포와 비슷하며 Aleutian 섭입대의 동부 말단 지역에서 관측된 낮은 온도와 비견된다.

3차원 속도구조를 사용하여 재결정된 30~40 km 깊이의 low-frequency 지진과 continuous tremor들의 위치는 섭입판 위의 $500\sim 600^\circ\text{C}$ 의 고온 지역에 집중되어 있다. 이 지역은 높은 감쇄율과 높은 온도를 가지는 곳으로 V_p/V_s 값이 큰 지역으로 low-frequency 지진이 발생하는 곳에 액체가 존재할 가능성을 높이고 있다.