

Structural heterogeneity of an ultra-low velocity zone beneath the Philippine Islands: Implications for core-mantle chemical interactions induced by massive partial melting at the bottom of the mantle

Koki Idehara

Physics of the Earth and Planetary Interiors (2011) Vol. **184** 80-90

Date: 2011/5/9

Summarized by Kim Hyo-Im

지구 맨틀 하부의 ULVZ가 가진 복잡한 구조를 이해하기 위한 방법으로 diffracted core phase, scattered core phase 와 core-reflected phases의 precursor나 postcursor 를 이용한 연구가 되어왔다. 이를 통해 ULVZ는 active hotspots의 하부 혹은 D" layer의 shear-velocity가 크게 변하는 지점에서 관측된다는 사실을 알았으나 해당 구조가 갖는 복잡하고 short-wavelength 구조라는 난점으로 인해 아직 풀리지 않은 문제들이 산재해있다. 이에 따라 본 연구에서는 flat-layered ULVZ로 인해 core-reflected phase인 ScP 주변에 만들어지는 precursor인 SdP, SPcP와 postcursor인 ScsP를 double-array stacking을 이용하여 관측함으로써 필리핀 동부의 맨틀 하부 구조에 대하여 알아보고자 하였다.

해당 지역의 연구를 위하여 Hi-net과 J-array data가 사용이 되었으며 각각 4개씩의 지진을 통한 연구가 이루어졌다. ScP phase를 얻기 위하여 해당 array로부터 27~45°의 진앙거리에서 일어난 지진을 이용하였으며 각 지진은 5.3~6.3의 규모를 가지며 100 km 이상에서 일어난 지진을 선택하였다. 이 지진으로부터 얻어진 데이터에 0.5, 1.5 Hz의 band-pass filter를 시행하였고 PcP와 ScP를 기준으로 align하였다. 그리고 ScP phase에서 PcP를 deconvolving을 통해 원하는 데이터만을 얻어내었다. 이 때 double-array stacking을 하기 위하여 ScP phase가 CMB에서 bounce되는 지역을 Fresnel zone의 크기와 비슷한 구역으로 나누었다. 그리고 각 구역을 지나는 모든 ScP data를 더한 signal을 이용하여 stacking을 진행하였다. Stacking의 결과 세 개의 서로 다른 형태의 waveform이 관측되었다. 이는 (1) ScP를 기준으로 precursor와 postcursor가 모두 발견되지 않는 지역, (2) 작은 크기의 precursor와 큰 postcursor가 발견되는 지역, (3) precursor와 postcursor 모두 큰 크기로 발견되는 지역으로 나뉘며 이 서로 다른 세 개의 waveform은 지나온 CMB 근처의 서로 다른 구조를 나타내는 것이다.

위와 같은 결과를 modeling하기 위해 reflectivity method (IASP91)이 Synthetic seismogram으로 사용되었고 관측방법과 같은 방법을 통해 합성 결과를 얻었다. 이를 통해 ULVZ가 발견되지 않는 지역과 P파가 5~10%, S파가 30%정도 속도가 감소하며 밀도가 5~10%정도 증가하는 10 km 깊이의 단일 ULVZ를 갖는 지역이 발견되었다. 그리고 특정 지역에서는 ULVZ가 layer로 이루어져있으며 2개의 서로 다른 물성의 층이 5 km를 경계로 나뉘어 있다는 사실을 알게 되었다. 이 때 위쪽의 reflector는 low-velocity zone으로써 P, S파의 속도 감소 양상을 보이고 밀도가 20~25%정도 증가하고 있으며 아래쪽의 reflector는 S파의 25%정도의 속도 감소 및 P파의 5% 감소를 보이며 밀도가 상부 low-velocity zone과 일치하고 있음을 알게 되었다. 이와 같은 구조는 다른 지역의 ULVZ와 차이가 나는 것이며 core-mantle간의 화학적인 상호작용으로 인해 만들어지는 mantle 하부의 massive partial melting을 지시한다.