

Seismological constraints on a possible plume root at the core–mantle boundary

Sebastian Rost, Edward J. Garnero, Quentin Williams & Michael Manga

Nature, V435, doi:10.1038/nature03620, 2005

Date: 2011/04/22

Summarized by Mikyung Choi

최근의 지진학적으로 발견된 사실들은 core–mantle boundary(CMB)가 용융된 외핵과 규산염의 맨틀 사이의 경계가 단순한 경계보다 더 복잡한 상태임을 나타내고 있으며 일부 지역의 맨틀 최하부에서 최소한 10%정도의 지진파의 속도가 감소하는 것을 관측하였다. 최하부의 맨틀 암석의 부분 용융과 맨틀과 핵의 구성물질 사이의 화학반응은 CMB의 ultralow velocity zone(ULVZ)의 존재에 대해 설명할 수 있다.

Australia 동부 (New Caledonia 남부 근처)의 CMB를 조사하고 복잡한 CMB 특성이 고립된 지역에서 발견되었다. 100x250km의 높은 해상도의 CMB sampling은 305개의 Tonga–Fiji 지진의 Warramunga seismic array (WRA)에서 기록한 305개의 Tonga–Fiji 지진의 자료를 이용하여 각 지진들의 ScP파형을 stack하였다. 위도상의 -24.60° 와 -25.10° 사이의 기록들에서 ScP가 도달하기 전에 ~ 1.8 s에서 precursor가 나타났다. 이러한 precursor는 CMB가 아닌 ULVZ의 위쪽에서 발생하였으며 대략 50km 정도인 연구지역에서 높은 quality의 ULVZ precursor가 나타났다. ScP precursor timing, amplitude and waveform은 Gaussian beam synthetic seismogram을 계산하였으며, 이때 다양한 변수들에 대하여 분석하여 best-fit parameter (8.5 ± 1 km thick, $8 \pm 2.5\%$ vp와 $25 \pm 4\%$ vs reduction, $10 \pm 5\%$ density increase)를 결정하였다. 10% density anomaly는 iron-rich subducted sediment에 의한 ULVZ에서 발견한 18~33% density anomaly보다 작은 값이다. 밀도 증가와 속도 감소는 부분용융으로 설명될 수 있다.

지진학적 데이터는 pure melt로 구성된 basal layer와 일치하지 않으며 이는 층 안에서 밀도가 높은 melt가 아래로 이동하는 것을 방지하는 작용이 필요하나. 이것은 최하부 맨틀 위에 온도가 높은 지역으로부터 melt drainage에 이어 cumulus crystal growth에 의한 melt trapping이 가능하게 한다. 이러한 마그마의 변화와 그 결과로 발생한 cumulate 구조는 열적 불안정한 상태와 관련된 것으로 보이며 upwelling plume의 root zone을 나타낼 수도 있다.