

Evidence for partial melt at the core-mantle boundary north of Tonga from the strong scattering of seismic waves

John E. Vidale & Michael A. H. Hedlin

Nature, VOL 391, 682-685, 1998

Date: 2011/03/11

Summarized by Mikyung Choi

맨틀의 가장 아랫부분은 P파와 S파의 속도와 비등방성 층상구조는 CMB(core-mantle boundary) 위에서 수백km에서 나타나며 약하지만 미세한 규모의 불균질성은 PKP파 보다 앞서 전파하는 산란된 파를 통해 추측된다. 최근까지 앞서 말한 두 유형의 구조에 의해 추측된 작은 진폭들은 광물학적인 변화와 온도차이로 설명이 가능할 만큼 작았다. 그러나 최근의 연구에서 맨틀 최하부의 수십km에서 P파의 속도가 ~10%정도 감소함을 제시하였으며 이러한 감소는 맨틀과 핵의 경계 사이에서 부분용융(partial melt)의 존재를 의미한다. 이 논문에서는 CMB 근처에서 큰 속도 변화에 의한 산란된 PKP파의 관측결과를 제시하고 저속도의 하부맨틀 아래와 매우 느린 P파 속도를 보이는 부분 근처에서 이들의 위치에 주의한다.

이 연구에서 Tonga와 New Hebrides에서 발생한 22개의 지진파를 기록한 노르웨이의 NORSAR array 자료를 사용하였다. 22개의 모든 지진은 100km 깊이보다 깊은 곳에서 발생하였으며 moment는 1026dyne-com보다 크고 faulting duration은 4~10s로 측정되었다.

Fig. 3에서 보여지는 것처럼 PKP precursor의 진폭이 PKP의 진폭과 비슷한 크기를 보이는 예외적인 경우가 관측되었는데 이는 지진의 source time function으로 관측된 자료들을 stack한 결과를 설명할 수 없다. 특히 PKP 위상을 확인하기 어려운 138°이상에서 precursor가 커짐을 관측자료의 stack 결과에서 확인할 수 있다.

Tonga와 New Hebrides 지진 기록의 precursor 진폭은 전지구적 평균보다는 크게 나타난다. 이러한 결과의 원인을 분석하기 위해 elastic media를 적용한 Chernov's theory를 사용하여 random medium에서 산란에 의한 파들을 모델화하였다. 산란된 파들의 기원에 대해 선택된 모델은 맨틀의 최하부 60km에서 10km scale length로 13% r.m.s 속도변화를 적용한 모델이다. 선택된 모델의 결과와 전체 맨틀에 대해 1%의 속도 변화를 준 모델로부터 산란된 결과를 비교하였을 때 global model의 결과는 관측한 값에 비해 산란된 정도가 작았다.

PKP파가 산란하는 지역은 맨틀 최하부의 수백km에서 느린 S파 속도를 나타내는 'equatorial Pacific plume group'안에 위치해 있으며 이 지역의 P파 tomography 결과 역시 평균 속도에 비해 느린 속도를 나타내지만 S파와 P파의 속도 이상은 각각 3%와 1%이다.

산란이 발생하는 지역에서 P파의 속도 변화에 의한 진폭은 부분용융의 존재로 해석될 수 있으며 맨틀의 가장 아랫부분에서 작은 규모의 대류가 일어나고 있음을 암시한다.