

Large angle reflection from a dipping structure recorded as a PKIKP precursor: Evidence for a low velocity zone at the core-mantle boundary beneath the Gulf of Mexico

Elizabeth Vanacore, Fenglin Niu, Yanlu Ma

Earth and Planetary Science Letters (2010) Vol. 293 54-62

Date: 2011/3/23

Summarized by Kim Hyo-Im

지구 맨틀 최하부의 영역은 여러 가지의 지진 자료를 통해 굉장히 복잡한 heterogeneous한 구조로 되어 있음이 알려져 있다. 하지만 이 영역이 어떠한 구조로 이루어져있는지, 이와 같은 복잡한 영역이 무엇으로부터 기인하는지에 대한 연구 결과는 여전히 서로 다른 해석을 제시하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 좁은 영역에서 나타나는 맨틀 최하부의 heterogeneities의 현상과 그 원인에 대해 알아보고자 PKIKP precursor를 관측함으로써 해당 문제에 대한 해답을 구하고자 하였다.

PKIKP precursor는 일반적으로 지진파가 진행하는 방향의 source side와 receiver side 모두에서 일어날 수 있는 맨틀 하부의 산란으로 인하여 일어난다. 이 때 산란된 부분이 source side인지 receiver side인지에 따라 station으로 진입하는 incident angle이 달라지기 때문에 wave가 가지는 slowness와 back azimuth를 계산함으로써 구별이 가능하다. 이러한 특징을 이용하여 맨틀 하부의 국지적인 structure에 대해 알아낼 수 있게 된다.

본 연구에서는 eastern Tibet에서 얻어진 2003년과 2004년, 중앙아메리카에서 일어난 두 개의 지진 자료를 사용하였다. 사용된 두 개의 지진은 위, 경도가 거의 유사하고 깊이가 각각 61 km (2003년), 128 km (2004년)인 진앙에서 일어났다. 두 지진의 데이터를 PKIKP phase로 정렬하였을 때 2003년 지진에서는 PKIKP precursor가 발견되는 반면 2004년 지진에서는 발견되지 않는 차이를 보였다. 깊이가 겨우 60 km 밖에 차이가 나지 않는 두 지진 데이터에서 precursor의 유무가 확실한 차이를 보이는 것은 산란의 원인이 되는 맨틀 하부의 구조가 입사되는 파의 각도에 따라 그 산란이 영향을 받음을 의미한다. 즉, 맨틀 하부의 scatterer가 특정한 형태를 가지고 있음으로 인해 산란되는 방향 중 특정 방향으로의 산란이 강화가 되었다고 할 수 있다. 이러한 사실은 ray tracing과 diffraction migration의 패턴으로 해당 지역의 맨틀 하부에는 북쪽으로 52°의 경사를 갖는 “dipping structure”가 존재한다는 것으로 설명되었다. 또한 CMB 근처에서 P파의 속도가 10% 정도 감소되는 것이 발견되었는데 이것은 기존 제시된 post-perovskite의 phase transition으로 설명될 수 없음을 주장하였으며 이와 같은 현상의 원인을 설명하기 위해 본 연구에서 관찰한 맨틀 하부의 구조는 섭입된 판이 CMB에서 핵으로부터 기인된 열로 heating 됨으로써 형성되었다고 추측하였다.