

Deformation of the lowermost mantle from seismic anisotropy

Andy Nowacki, James Wookey, and Michael Kendall

Nature, V467, P1091, 2010

Date: 2010/11/03

Summarized by Seongryong Kim

캐리비안 지역의 D"의 anisotropy는 1% 정도로 알려져 있다. 이 연구들은 SH 와 SV 방향의 속도차이를 측정하는데, 이는 vertical transverse anisotropy를 가정한 것이고, ray path가 한 방향만 있으므로 source, receiver side anisotropy (tilted transverse isotropy) 는 측정할 수 없다. 이 연구에서는 crossing하는 path를 이용하여, 이전 연구들의 문제점을 줄였다.

S와 ScS의 differential splitting을 측정했는데, UM에서는 path가 비슷하고, LM은 비교적 균질하므로 D"의 anisotropy를 짚 수 있다. 자료는 캐리비안 (S), 남동 (E), 남서 (W) 미국에 해당하는 지역의 D"을 cover한다. 그림 2에서처럼, S와 E지역의 남-북 path에서 0.8%, CMB에 평행한 fast direction (FD)가 나왔고 (vertical transverse anisotropy), S와 E에서 이에 기울어진 path에서는 최소 40도 이상 CMB에서 기울어진 결과가 나왔다. W에서는 crossing하는 두 방향 모두 10-15도 정도를 보였다. 결과적으로, 모든 지역이 vertical transverse anisotropy로만 설명할 수 없다.

D"에 많은 ppv의 LPO가 이에 대한 설명이 될 수 있다. (Mg,Fe)O와 pv는 ppv에 비해 isotropic하여 ppv로 anisotropy를 설명하는 것이 더 유용하다. 다른 설명으로는 ppv의 creep에 의한 deformation으로 발생하는 LPO가 있다. 110과 [100](010)의 slip system이 제기되었는데, 최근 결과는 [100](001)이 적절하다고 제안되고 있다.

ppv의 deformation-induced LPO만 있다고 가정하고, 관측된 anisotropy를 맞추는 shear plane의 방향과 slip direction을 계산하였다. 110과 [100](010)인 경우의 elastic constant는 이전 deformation 실험에서, [100](001)는 first-principal calculation의 single-crystal elastic constant를 이용하였다. 부가적으로 MgO에 대해서도 수행하였다.

맨틀 상승부분에서 ridge에서는 anisotropy 방향이 dipping하다 거리가 멀어질 수록 수평

이 되는 것처럼 Farallon slab의 하강에 의한 shear deformation으로 관측된 anisotropy가 설명 가능하다. [100](001) slip system이 가장 간단하게 설명 가능하고, 110는 좀 더 복잡한 flow가 필요하다. [100](010)에 대해서는 더 정교한 flow modeling이 필요하다. pv와 MgO의 slip는 ppv에 비해 잘 설명하지 못한다. 관측 결과는 지진파에 민감한 구조의 모양으로 해석할 수도 있는데, 이는 tilted transverse isotropy로 나타난다. 이 경우만 고려하면, 그러한 구조의 plane만을 구할 수 있다. 그 결과는 대략 [100](001)과 유사한 dip방향을 보이나, slip direction에 대한 정보를 구할 수 없고, ppv phase가 D"의 특성을 더 잘 대변하므로, 관측은 ppv의 [100](001) slip system에 의한 것으로 해석한다.