Seismic Evidence for Water Deep in Earth's Upper Mantle

van der Meijde, M., Marone, F., Giardini, D., and van der Lee, S.

Science, Vol 300, 6 June 2003, P1556-1558, 2003

Date: 2013/3/11

Summarized by So-Young Baag

일반적으로 상부맨틀에 존재하는 물 성분은 olivine, wadsleyite, ringwoodite, perovskite등 광물과의 친화력과 물의 함량에 따라서 이들 광물들 사이의 phase change와 맨틀 내의 seismic discontinuity의 성질에 영향을 미칠 것이라고 알려져 있다. 이 논문은 teleseismic receiver function을 분석하여 상부맨틀의 410 km 불연속면은 약 20 내지 35 km의 두께가 되고, 이는 약 700 ppm정도까지의 물의 함량 때문이라는 증거를 제시하였다.

맨틀 내의 물 성분은 주로 판의 섭입에 의해 주입이 되므로, 약 1억9천만년의 지질시대를 통하여 많은 판들이 섭입한 지중해 지역을 조사대상으로 하였다. 이 지역의 임시 광대역 관측망(MIDSEA)과 고정관측망에 기록된 500개의 기록으로부터 410 km와 660 km 불연속면에서 P-to-S conversion 된 파의 receiver function 분석을 하였다. Low-pass filter의 corner frequency를 0.75, 0.62, 0.5, 0.4, 0.35, 0.3, 0.25, 0.2, 0.15 Hz 등 9개의 주파수로 receiver function을 filter한 결과 660 km 에서 conversion 된 것은 진폭에 변화가 없이 크게 나왔다. 그러나 410 km에서 conversion된 것은, 고주파 경우에는 그 진폭이 미미하지만, 저주파 일수록 진폭이 커지고, 0.2 내지 0.15정도의 저주파로 filter된 것은 660 km 불연속면에서 conversion 된 것과 거의 같은 진폭을 가진다. 이러한 결과는 410 km 불연속면은 sharp하지 않고 상당한 두께를 가진다는 것을 뜻한다. 이러한 주파수에 따른 변화를 불연속면의 두께로 환산하면 약 20-25 km정도가 된다. Olivine-wadsleyite 광물의 phase transition interval 실험결과를 볼 때, 이 정도의 두께는 맨틀암석 속에 물의 함량이 약 500 ppm 정도가 된다는 것을 뜻한다. 관측소 위치에 따라서는 35 km두께가 되는 곳도 있으므로 물의 함량이 700 ppm이 될 수도 있다.