

The Iceland-Jan Mayen plume system and its impact on mantle dynamics in the North Atlantic region: Evidence from full-waveform inversion

Florian Rickers, Andreas Fichtner, Jeannot Trampert

EPSL, V367, P39-51, 2013

Date: 2013/03/20

Summarized by Seongryong Kim

Mid-Atlantic Ridge에서 Iceland와 Jan Mayen Fault zone 에는 마그마 활동이 활발하며 bathymetry가 상승되어 있다. uplift 현상은 Greenland, Scandinavia, Danish Basin, British Isles 주변에도 해당한다. 이 지역들의 얇은 지각은 이러한 지역이 Isostasy가 아닌 dynamic한 맨의 움직임에 의해 유지되고 있음을 지시한다. 이에 더하여, 맨틀 플룸 이론은 널리 받아들여지고 있으나, 하부맨틀에서 상부맨틀로 이어지는 구조를 지진학적으로 찾는 일이 힘들기 때문에 많은 반론이 존재한다. 특히, diffracted wave를 고려하지 않는 일반적인 지진파의 travel-time을 이용한 방법들에서는 wave-front healing에 의해 작은 규모의 구조를 지진학적 방법으로 imaging을 하는 것이 불가능해 진다. 본 연구에서는 full-waveform inversion을 사용함으로써 diffracted wave를 포함하는 자료를 이용하여 맨틀의 구조를 밝힌다.

SEM, adjoint inversion, instantaneous phase misfit을 이용하여 full waveform tomography를 수행하고, visual inspection, waveform fitting, point spread function을 이용하여 모델을 검증하였다. 결정된 모델은 Greenland와 Baltic shield에 해당하는 craton 하부 상부 맨틀에서 높은 속도를 보였고, Mid-Atlantic Ridge와 Iceland, Jan Mayen hotspot 들에서는 최대 -11%의 속도 감소를 보였다. 두 hotspot은 geochemical isotope연구에서 분리된 것으로 보고되고 있는데, 상부 맨틀에서 그러한 분리가 관측된다. 특징적으로 상부맨틀에 한정된 저속도 구조 두 개가 각각 British Isles과 남서부 Scandinavia로 이어져 있다. 이 구조는 두 hotspot에서 기원하여 channel로 이어지는 것으로 보이고, 앞서 이야기한 맨의 dynamics에 의해 유지되는 uplift지역 하부로 연결되는 모습을 보인다. 마지막으로, 분리된 hotspot이 모델의 하부맨틀 부분에서도 어느 정도 관측된다. 이는 이 지역에 깊은 맨틀에서 기원하는 두 개의 plume이 존재하는 것을 지시한다. 특히 mineral physics를 바탕으로 모델을 통해 계산한 온도는 상부 맨틀에서 partial melt를 생성하기 충분하게 높고, 따라서 이러한 구조가 두 지역에서 높은 마그마 활동을 유도하였음을 추정할 수 있다. Jan Mayen 하부의 저속도 구조는 500 km 정도의 깊이에서 동쪽 (Scandinavia) 쪽으로 분리되는 모습을 보이고 이는 이 지역의 uplift를 설명하는 구조가 될 수 있다.