

삼차원 전단파 속도 모델과 수신함수를 이용한 백두산 주변 마그마의 공간적 분포 추정

김성룡¹⁾, 이준기¹⁾

¹⁾서울대학교 지구환경과학부, srk@snu.ac.kr

백두산은 최근까지의 많은 지질학적, 역사적 화산활동기록을 가지고 있는 화산으로, 매우 큰 규모의 Holocene 분화가 알려져 있다. 백두산과 그 주변 지역 화산들의 마그마는 상부맨틀의 순환과 관련 있다는 다수의 연구결과가 있다. 이 지역의 지각 내부에 존재하는 마그마 구조를 추정하는 것은, 판 내부 화산의 발달이 맨틀 기원의 마그마에 어떠한 방식으로 영향을 받는지를 연구할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 이러한 정보를 통해 향후 백두산 분화와 관련된 연구들을 수행하는데 기본적인 정보를 획득할 수 있다.

이 지역에 대한 이전 연구들에서 지각 내 지진파 속도 구조가 추정되었다. 그러나 상대적으로 큰 지진이 잘 발생하지 않는 지역적인 특성으로 인해 결과의 공간적 범위나 해상도가 제한되었다. 본 연구에서는 지진원에 대한 고려 없이 두 지진 관측소를 지나는 그린함수를 계산할 수 있는 ‘지진 배경잡음 상관법’을 이용하여 각 관측소 사이의 표면파의 그린함수를 추출하고, 이를 이용하여 레일리파 군속도 토모그래피를 수행하였다. 최종적으로 3차원적인 등방성(isotropic) 전단파의 속도 구조를 얻기 위하여, 레일리파의 주기 별 군속도 변화 지도에서 구해진 분산곡선을 이용하여 각 노드의 깊이에 대한 1차원적인 전단파 속도를 얻기 위해 역산을 수행하였다. 동일한 방법을 수평성분(러브파)에 적용하여 3차원적인 전단파의 수평성분 속도(V_{SH})를 구하고 이를 수직성분 속도(V_{SV})와 비교하여 전단파의 비등방성(radial anisotropy)도 함께 추정하였다. 사용한 자료는 북한과 경계한 중국에 1998-1999년 기간 동안 설치되었던 PASSCAL 광대역 관측소 자료를 사용하였다. 백두산 하부에서 느린 속도의 구조가 상부지각에서 발견되었고 깊이가 깊어지면 북쪽으로 이동한다 (Fig. 1). 이는 이전 이차원 굴절과 실험 결과와 일치하는 모습을 보인다. 백두산 지역의 하부지각에서는 주변보다 빠른 속도를 보인다. 이는 백두산 하부에 지각 하부에서부터 상부지각 연장되는 관입구조가 있음을 시사한다. 저속도 지역과 동일한 위치에서 높은 비등방성이 추정되었는데 (Fig. 1), 수직방향에 비해 더 빠른 수평방향 속도를 보여주었다. 이러한 공간적인 유사성은 상부지각 내부의 균열이나 공극의 배열 등이 마그마 구조에 의한 응력에 영향을 받아 수평방향 지진파의 전파속도를 빠르게 하는 방향으로 배열된 결과로 해석할 수 있다.

동일한 지진계에 기록된 30-90° 거리의 원거리 지진 자료를 이용하여 수신함수를 구하였다. 수신함수가 지구 내부에서의 전단파 속도의 불연속면에 민감한 점을 이용하여 백두산 하부의 마그마 구조의 수직적인 분포범위를 추정할 수 있다. 본 연구에서는, 최종적으로 지진 배경잡음 토모그래피를 통해 획득된 분산곡선과 함께, 수신함수의 파형을 맞추는 속도구조를 경계면의 깊이와 속도변화가 제시될 것이다. 이를 위한 초기 연구로, 수

신함수와 분산곡선의 통합역산을 통해 초기 모델을 구하였다. 계산된 모델에서는 상부지각에서 저속도층이 관찰되고, 이는 지진 배경잡음을 통해 구한 삼차원 전단파 모델과 이전 연구들의 결과와 일치한다.

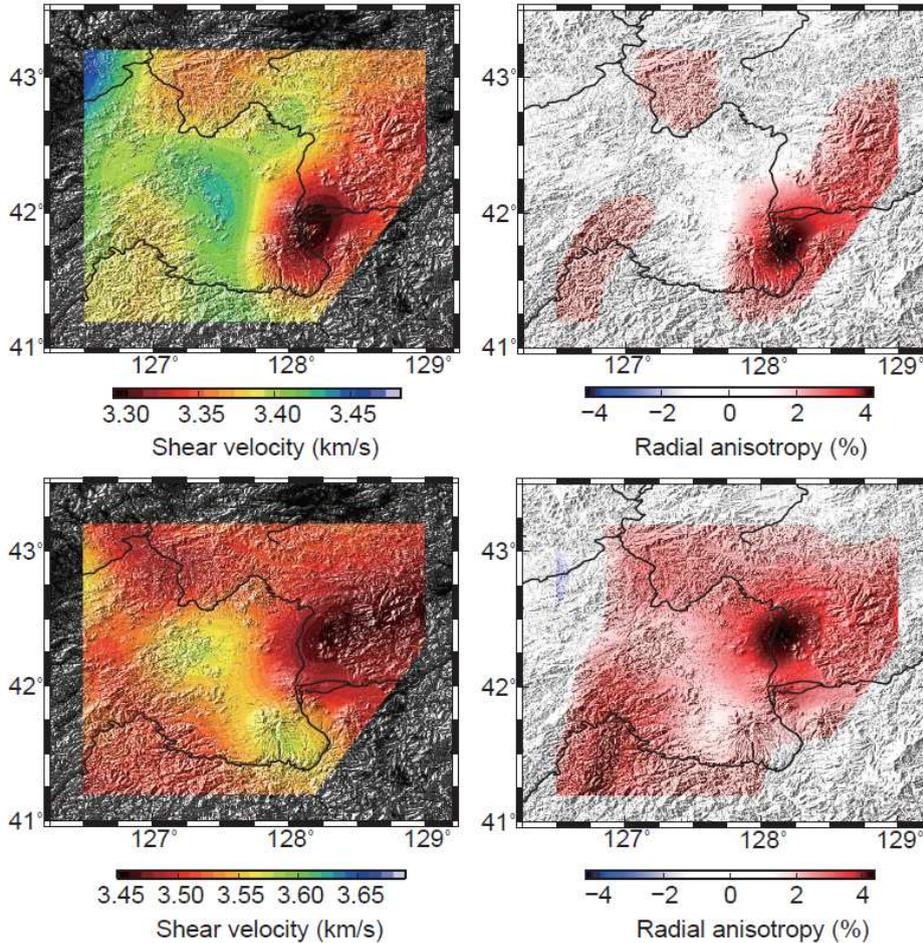


Fig. 1. Depth slices show variations of vertically polarized shear velocity (V_{SV} in the text; left panels) and radial anisotropy (right panels). Herein, the radial anisotropy is defined by $(V_{SH} - V_{SV}) / (V_{SH} + V_{SV}) \times 100$. Depth of the top and bottom figures indicate 5 km and 10 km, respectively.