

Seismic Evidence for Sharp Lithosphere Asthenosphere Boundaries of Oceanic Plates

Hitoshi Kawakatsu, Prakash Kumar, Yasuko Takei, Masanao Shinohara, Toshihiko Kanazawa, Eiichiro Araki, Kiyoshi Suyehiro

해양판의 기저부는 50~100km의 깊이의 지진학적으로 관측된 부분 용융된 맨틀 암석의 존재를 나타내는 저속도층의 상부와 일치하고 나이에 따른 해양판의 두꺼워진 부분은 낮은 해상도의 표면파에 의해 확인된다. 해양의 lithosphere는 중앙해령에서 물이 제거됨에 따라 단단해지거나, lithosphere가 생성되면 발달하지 않거나 두꺼워지지 않거나 둘 중 하나이다. 이러한 의견은 지진학적 lithosphere-asthenosphere boundary (LAB) signal이 작음(1~2%의 속도감소)을 예상한다.

Japanese Ocean Hemisphere network Project (OHP) 아래, ocean bottom broadband seismic observatories가 전개되었고 필리핀 해와 태평양에 위치한 WP1과 WP2 borehole 관측소(Figs. 1, 2)의 Teleseismic 데이터를 P-와 S-receiver function (RF)에 적용하였다. S-RF 방법은 50~200km 사이의 깊이 존재하는 LAB와 같은 특징을 탐색하는데 효과적이다.

처음 10초의 RF(대략 관측소 아래로 0~100km의 깊이와 일치하는)에서 해양의 Moho와 일치하는 positive polarity와 LAB로 해석하는 negative discontinuity가 뒤따르는 두 개의 뚜렷한 불연속이 존재함을 나타냈다. 필리핀 해의 중앙에 위치한 WP1 관측소는 Palau Kyushu Ridge (PKR) 근처에 위치하고 관측된 S-RF는 LAB 신호의 piercing point에 의해 두 그룹으로 나누어져 있다 (Figs. 1B). PKR의 서쪽(~49 My)에 위치한 관측소 바로 아래에 위치한 piercing point에 대해 LAB에 일치하는 phase는 P-RF와 S-RF 모두 ~7.5초(76 ± 1.8 km)에서 발행한다. 동쪽(~25 My) piercing point의 S-RF에서 LAB phase는 2초(~55 km LAB) 빨리 관측된다. 북서 태평양(~129 My)의 WP2의 경우, P-RF와 S-RF 모두에서 ~7-8초의 유사한 LAB phase를 관측하였고 Waveform modeling으로 82 ± 4.4 km의 LAB 깊이를 계산하였다. 깊은 LAB는 일본의 북동부 아래의 오래된 태평양 판에서 관측되었다. Lithosphere의 이미지가 된 두께는 ~80km이다(Figs. 2A). 섭입하는 판의 연령이 ~130 My로 추측되기 때문에 LAB에 대한 80km의 두께는 WP2 데이터로부터 도출된 결과와 일치한다.

위에서 계산된 해양판의 상대적인 두께는 해양의 LAB에 대한 thermally controlled origin과 일치하지만(Figs. 4A), short-period wave(~3s)의 관측값은 LAB가 뚜렷한 경계(적어도 ~10-15 km의 변환두께)임을 나타낸다. 이러한 현상을 설명할 수 있는 melt-less mantle에 수평적으로 용융된 층이 포함된 부분용융 asthenosphere 모델을 제안한다(Figs. 4B).

Layered model은 long-period surface wave로 추측한 radial anisotropy, 높은 electrical conductivity, 그리고 높은 attenuation과 같은 asthenosphere에 대해 예상되는 다른 특징들을 잘 설명한다. 저속도의 asthenosphere의 깊이 범위는 WP2 데이터의 travel time 분석을 기초로 하여 Wp2 아래에서 ~210 km로 추정된다. LAB, radial anisotropic layer, 부분용융된 지역이 안정한 대륙 아래에서 깊게(~200km) 분포하고 있다고 관측된 것을 고려하였을 때, 제안된 모델은 asthenosphere에 대해 보편적인 모델이 되기 위해 대륙의 asthenosphere에 적용할 수 있다.