

Seismic Evidence for Active Underplating Below the Megathrust Earthquake Zone in Japan

Hisanori Kimura, Tetsuya Takeda, Kazushige Obara, Keiji Kasahara

Science **329**, 210 (2010), DOI: 10.1126/science.1187115

Date: 2010/07/19

Summarized by Mikyung Choi

Underplating은 섭입하는 판의 최상부층이 벗겨지고 섭입하는 판 위에 있는 판의 아래 부분에 부착되는 과정으로 깊이가 깊은 곳에서의 underplating은 발견된 고압/저온의 변성암과 deep seismic imaging을 통해 추론할 수는 있지만 직접적인 증거가 부족하다.

일본의 중부지역인 Kanto지역의 해상에서 필리핀 해양판(PHS)이 섭입하고 Izu-Bonin arc는 대륙과 충돌한다. 필리핀 판의 경계면을 따라 megathrust earthquake 상부의 locked section에서 발생하고 깊이가 깊어지면서 slow-slip events (SSEs), repeating microearthquakes (RQs)등의 다양한 seismic과 aseismic interpolate 현상이 관측된다. RQs의 경우 판의 경계에서 작은 조각으로 파열이 일어나며 경계면의 지시자가 되므로 정확한 RQs의 위치를 구함으로써 active step-down의 방향을 알 수 있다. 이를 위해 converted phases를 사용하는 converted wave analysis를 적용하였다.

Seismic survey를 통해 구한 deep seismic reflection profile P1과 P2를 분석한 결과 P2에 두개의 deep subhorizontal reflector인 R1과 R2가 존재하며 이 두 경계면은 서로 반대의 polarity를 나타내면 이는 저속도층이 속도차이가 큰 경계면들 사이에 존재함을 나타낸다. 이러한 속도차이가 큰 속도 경계는 converted wave를 만들어 낼 수 있으므로 NIED의 데이터베이스에서 1979년에서 2003년까지 RQs지역 주변에서 규모 2~4의 대략 2000개의 microearthquake를 이용하여 vertical direct P-wave에 대하여 radial components를 cross-correlation을 하고, stack을 하는 과정을 거쳐 RQs보다 아래에서 발생한 microearthquake의 later phase이 관측하였다. Conversion plane의 위치를 알아내기 위해 microearthquake 데이터와 seismic profile을 비교한 결과 P2의 저속도층의 아래부분이 Off-Kanto cluster 위의 속도경계면이며 P-S wave가 R2에서 발생되었다.

Double-difference method를 사용하여 Off-Kanto cluster의 정확한 상대적 진원들은 RQs가 cluster의 상부에 위치해 있으며 뚜렷한 평면의 분포를 나타낸다. 모든 결과들의 조합은 RQs가 conversion plane 즉 VCR 층의 아래부분의 경계면 을 따라 분포하고 있음을 보여주었다. 이는 판의 경계가 VCR 층의 아래부분의 경계면과 일치하며 active slip부분이 상부경계면으로부터 단계적으로 내려왔음을 나타낸다.

Kanto 지역의 해상에서 trench axis 방향에서 깊이가 깊어지는 방향으로 megathrust earthquake, SSE 그리고 RQs가 분포하고 있으며 active step-down의 지역이 SSE의 발생 위치와 일치한다.