

Seismic tremors and magma wagging during explosive volcanism

A. Mark Jellinek & David Bercovici

Nature, V. 470, P. 522, 2011

Date: 2012/03/14

Summarized by Sang-Hyun Lee

Volcanic tremor는 화산의 분출 특성과 강도에 따라 다른 양상을 보인다. 평소에 낮은 주파수의 좁은 대역에서 발생하던 tremor는 큰 규모의 (VEI>3) 화산 분출 시기에 높은 주파수로 이동하며 상대적으로 넓은 대역에서 나타나게 된다 (Fig. 1).

폭발성 화산을 구성하는 silica-rich magma는 수도관 같은 형태의 통로를 따라 stiff columnar plug의 형태로 상승하면서 가장자리에서 강한 전단 변형을 받게 된다. 이러한 현상은 수 킬로미터에 걸쳐 발생하게 된다. 가장 자리에서 강한 전단 변형으로 인해, 얇고 무수한 기포를 포함하고 있으며, 투과성이 있고 압축과 팽창이 가능한 물질이 stiff magma plug를 고리 모양으로 감싼 구조가 형성된다.

Volcanic tremor는 이러한 구조에서 magma plug가 진동하면서 생기는 현상으로 설명될 수 있다. Magma column plug가 진동하면서 생기는 감싸고 있는 고리 구조 내의 가스의 압력의 변화가 전파되어 tremor로 관측이 되는 것이다.

간소화된 모델을 통해 예측된 진동 주파수는 0.1 ~ 5 Hz로, 실제 tremor가 관측되는 대역인 ~0.5-7 Hz와 유사하다. 또한 Magma column의 높이가 1 km일 때, tremor의 지속 시간은 약 6 시간으로 수 시간에서 며칠 동안 지속되는 관측과 잘 부합된다.

화산 폭발 시에는 압력이 올라가고 가스 량이 증가하게 된다. 특히 가장자리에 집중되는 압력에 의해 고리 구조의 두께가 얇아지게 된다. 이렇게 가스의 압력이 증가하게 되어 magma column의 진동수가 증가하게 되는 것이다. 또한 가스 기포들이 작게 분리되면서 진동수는 더욱 증가하게 된다. 또한 고유 진동수는 다양한 크기로 분리된 기포들의 비균질성으로 인해 다양하고 넓은 폭을 가지는 특징을 가지게 된다.