

An integrated perspective of the continuum between earthquakes and slow-slip phenomena

Zhigang Peng and Joan Gomberg

Nature Geoscience, Vol 37, September 2010, pp 599 ~ 607.

Date: 2010/1005

Summarized by Ju-won Oh

Slow-slip 현상의 발견은 어떻게 단층이 판의 상대적인 운동을 수용하는가를 이해하는데 도움을 준다. 단층은 이전에는 지속적인 aseismic sliding을 통한, 또는 locked fault의 instantaneous failure로부터 유래한 지진에 의한 stress의 해방으로 생각되어져 왔다. 대조적으로 slow-slip event은 다음과 같은 특징을 가진다.

1. 매우 느리게 진행되어서 slip이 제한되며 오직 저주파수의 seismic wave만 방출된다.
2. slow-slip 현상은 특정 깊이의 subduction zone plate interface에서만 나타나는 현상이 아니다. Slow-slip 현상은 여러 geological setting에서 일어날 수 있으며 landslide와 glacier를 포함하는 다양한 loading process에 의해 여러 규모로 나타날 수 있다.

초기 지진학적 연구 결과, 어떤 종류의 지진은 상대적으로 고주파가 결핍된 형태로 발견되며 방출되는 source의 duration이 예측되는 값보다 더 긴 특징을 가진다는 것을 발견했다. 이러한 지진에는 aftershock, afterslip, repeating earthquakes and creep, swarms, 그리고 다양한 유형의 aseismic deformation이 포함된다. 비록 중력에 의한 slip 현상은 상대적인 판의 움직임으로 생기는 stress와는 다른 원리지만 glacier나 landslide 또한 tectonic origin의 slow slip과 많은 유사점을 가진다.

Slow-slip현상은 지진학적으로 관측되는 특정한 변형의 한 모드로 알려져왔다. 그 다양성은 fault slip의 특징을 반영하는데 fault slip의 속도가 충분히 빠르다면 dynamic force가 상당해지고 이는 seismic wave를 방출시킨다. 파면에 집중된 이 에너지는 단층의 미활성부분의 마찰력보다 크게 되어 큰 변위를 유발시키고 이는 결국 'fast earthquake'로 이어진다. 반면에 어떤 특정 환경에서는 slip이 dynamic energy에 도달하지 못할 수도 있는데, 이 경우에는 low amplitude, low frequency seismic wave가 방출된다. 이러한 signal에는 ETS (Episodic Tremor and Slip), LFEs (Low-Frequency Earthquakes), VLFs (Very Low-Frequency Earthquakes) 등이 포함된다. 이들은 매우 느리게 fault slip에서 반사되기 때문에 관성력과 seismic radiation이 무시될 수 있다. 이처럼 기존에는 slow slip을 다른 지진 ('fast slip')과 명백히 구분시켜서 하나의 mode로 보았다. 하지만 이 논문은 slip mode가 'fast'와 'slow' 이렇게 명백히 구분되는 것이 아니라 이 두 가지가 서로 연속선상에 걸쳐있고 이는 흔히 발생하는 현상 중 하나라는 결론을 내린다.