

Probability of a given-magnitude earthquake induced by a fluid Injection

S. A. Shapiro, C. Dinske and J. Kummerow

GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 34, L22314, 2007

Date: 2014/11/28

Summarized by Sang-Jun Lee

수압파쇄 혹은 지열 발전 과정 중 유체 주입으로 인해 발생하는 유도지진의 규모는 일반적으로 규모 2 이하의 작은 지진이지만, 일부 지역에서는 규모 4이하의 유도지진이 발생한 사례가 있으며 이는 주입되는 지역에 이미 존재하고 있던 균열등을 따라 압력이 해소되는 과정 등에서 발생하는 것으로 보인다. 이에 본 논문에서는 일본의 Ogachi와 미국의 Paradox Valley에서 기록된 유도지진 자료를 바탕으로 발생한 지진의 규모와 그 수를 주입시간 경과에 따른 특정 규모이상 지진의 누적 발생 수의 함수, $N_{\geq M}(t)$ 를 분석하여 더 큰 규모의 지진이 발생할 확률을 계산해 보았다. 각각의 두 지역에서 발생한 지진의 규모는 Kaieda and Sasaki(1998)에서 사용한 속도 waveform의 진폭 및 seismogram의 지속 시간을 측정하여 계산하는 방법을 사용하였다. Ogachi의 경우, -1이하의 작은 규모의 유도지진이 짧은 시간의 유체 주입 기간 동안 발생한 사례이고, Paradox Valley의 경우, 발생한 유도지진의 최대 규모가 4.3, 주입기간도 약 3000일로 규모 및 경과 시간에서 두 실험 사이에 큰 차이가 있지만, 두 실험모두 주입 압력이 일정한 경우 $N_{\geq M}(t)$ 가 모든 규모에서 선형적으로 증가하는 양상을 보였다.

압력이 다공질의 균일한 함수 매질에 점원으로 가해진다고 가정하고, 기존의 균열들 역시 매질 전반에 균일하게 분포한다고 가정할 때, 공극압이 매질을 통해 해소되는 방정식의 해를 확률밀도함수에 적용하여 Gutenberg-Richter 법칙을 따르는 $N_{\geq M}(t)$ 의 함수를 구해보면 큰 규모의 지진 발생 확률은 주입 시간이 길어질수록, 주입 강도가 높아질수록 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 유도지진의 발생확률은 hydraulic diffusivity와 기존 균열의 집중도에 비례하는 것으로 나타난다.