

# Sharp increase in central Oklahoma seismicity since 2008 induced by massive wastewater injection

K. M. Keranen, M. Weingarten, G. A. Abers, B. A. Bekins, S. Ge

Science, V345, P448, 2014

Date: 2014/09/12

Summarized by Sang-Hyun Lee

---

2008년 이후 신공법에 의한 탄화수소(oil and gas)를 생산하고 있는 지역에서 지진활동이 급격하게 증가했으며, 이러한 변화는 지하의 지층에 주입된 폐수와 연관된 것으로 알려져 있다.

Oklahoma는 가장 현저하게 지진활동이 증가한 지역으로, 2004년과 2008년 사이에 폐수 주입이 거의 두배에 이르도록 급격히 증가하였다. 2011년에는 폐수 주입에 의해 유도된 것으로 생각되는 규모 5.7의 지진이 발생하였다. 이 연구에서는 이 지역에서 발생한 Jones swarm을 대상으로, 공극압 모델링 결과와 재결정된 진원 분포를 비교하여 폐수 주입과 지진활동도의 인과관계를 살펴보았다.

재결정된 진원은 Arbuckle 층군 또는 기반암 상부 2 km에 집중되어 있다. 또한 2010년 3월부터 10월까지 지진의 발생 위치가 북동쪽으로 0.1~0.15 km/day의 속도로 이동하였다. 진원의 분포는 단층을 따라 선형으로 분포하는 경향을 보여준다.

모델링을 통해 구해진 수압의 변화는 SE OKC를 중심으로 방사상으로 나타나고 있으며, 수직적으로 Arbuckle 층군과 기반암의 상부 1~2 km 깊이에서 나타나고 있다. 시간에 따라 이동하는 진원의 위치는 시간에 따라 확대되는 수압의 변화와 공간적으로 일치하는 경향을 보이고 있으며, 임계값은 ~0.07 MPa로 나타났다.

Jones swarm은 SE OKC well에서의 폐수 주입에 의해 증가된 공극압에 의한 영향으로 발생한 것으로 해석된다. 수압이 올라가면서 임계점에 다다른 단층에서부터 지진이 발생하게 되고, 더욱 넓은 지역의 공극압이 증가하면서 큰 단층에서 강진이 발생할 가능성이 커지게 된다. 최근 발생하는 지진의 위치가 규모 7 이상의 지진이 발생할 수 있는 Nemaha 단층과 가까워지는 것은 Oklahoma City의 재앙을 경고하고 있다.

본 연구결과는 고속 폐수 주입으로 인해 국지적인 지진활동도의 증가가 야기되어 지진 위험도가 상승할 수 있음을 지시하고 있다. 주기적인 수압의 측정을 통해서 본 연구결과를 검증하고 잠재적인 지진 재해를 조기 감지할 수 있을 것이다.