서 울 대 학 교 SEOUL NATIONAL UNIVERSITY **보 도 자 료** http://www.snu.ac.kr

2015. 9. 16.(수) 조간부터 보도해주시기 바랍니다.

문의 : 담당자 연락처(02-880-7508)
연구책임자 김규범 교수(02-880-7508) / 교신저자
연구진 오용화 박사과정 학생(02-876-6508) / 제1저자

# 자연 방사성 기체 '토론' 이 예보하는 대지진 발생

## - 일본 토호쿠 지진 발생은 한 달 전부터 경고되고 있었다 -

자연 방사성 기체 토론(Rn-220)이 지진 발생 예측을 위한 탁월한 전조 현상을 보인다는 것을 세계 최초로 밝혀내었다.

가장 무서운 자연 재해인 지진을 예보하기 위한 수많은 방법들이 연구되어왔다. 특히, 화학성분의 측정 기술이 향상되면서, 물리적 계측이 불가능한 지구내부의 미세한 뒤틀림에 따른 기체의 이동을 감지하는 연구가 활발히 진행되어왔다. 그 중에서 방사성 핵종인 라돈(Rn-222)이 단연 가장 높은 감도를 보여, 고배 지진 등 많은 지진에서 전조를 보였다. 일반 기체와는 달리, 라돈은 암석에서 생성된 후 대기 중에서 방사붕괴에 의해 급격히 줄어들어 지구내부와 대기의 농도 차이가 크기 때문이다. 하지만, 라돈은 반감기(3.8일)가 길어, 기상 변화에 의해서도 농도가 급격히 바뀌기 때문에, 지진 예보가 불가능하였다.

서울대학교 김규범 교수와 오용화 박사과정 학생은 라돈과 같은 원소이지만 반감기가 56초인 토론이 기상 현상의 영향을 받지 않고 지진 전조만을 뚜렷이 구분해낼 수 있다는 것을 세계 최초로 밝혀내었다.

연구진은 울진 성류굴에서 라돈과 토론을 약 1년간 모니터링 한 결과, 일본 토호쿠 대지진 약 1개월 전부터 15일간 라돈과 토론의 이상 농도가 지속되었다는 것을 알아내었다. 이 때, 라돈은 다른 시기의 농도 변화와의 구분이 뚜렷하지 않았지만, 토론은 관측기간 중 이 시기에만 이상 변화를 보였다.

또한, 라돈과 토론의 농도 증감은 일반 기상 변화에 의해서는 역의 상관관계를 보였지만, 지진 전조 현상이 나타날 때는 정의 상관관계를 보였다. 이것은 두 핵종의 반감기 차이 때문으로, 동굴공기의 체류시간이 긴 시기에는 라돈의 농도는 크게 증가하고 토론의 농도는 미세하게 감소하지만, 지진 전조 일 때는 두 농도가 모두 급격히 높아지기 때문이다.

본 연구의 의의는 수많은 지진 전조 현상들이 다른 자연 현상과 구분이 잘 안되어 실질적인 예보가 불가능하였지만, 본 연구에서 제시하는 토론을 이용한 방법은 지진 전조만을 추출해 낸다는 것이다.

김규범 교수는 “향후 소형 인공동굴(챔버)을 개발하여 전 지구의 다양한 지역에서 토론-라돈 전조를 모니터링 한다면, 태풍처럼 지진을 예보하는 날이 올 수 있다” 고 하였다.

이 연구 결과는 네이처출판그룹(NPG)이 발행하는 학술지 ’사이언티픽 리포트’(Scientific Reports, 8월 13일자)에 게재되었으며, 물리학 전문 매거진 <피직스 월드, 8월 26일자>에도 소개되었다.

[붙임] 1. 연구결과 2. 용어설명 3. 그림설명
4. 연구진 이력사항

# 연 구 결 과

## A radon-thoron isotope pair as a reliable earthquake precursor

Yong Hwa Oh and Guebuem Kim
(Scientific Reports, *Published online*)

지진 예측을 위해서, 지진 발생 전후의 지하수나 지하 공기 중 라돈의 농도 변화 조사 등이 과거 많은 연구를 통해 수행되었다. 그러나 자연 상태에서 라돈은 붕괴되기 전, 확산 등으로 인한 공급과 환경요소의 변화 등에 의해 그 농도가 영향을 받기 때문에, 지진을 정확히 예측하기 어렵다. 이러한 라돈의 문제점을 보완하고자, 2010년 5월부터 2011년 7월까지 경북 울진에 위치한 성류굴에서 한 시간 간격으로 라돈 동위원소(토론과 라돈)를 측정하였다. 토론의 농도 변화의 경우, Tohoku-Oki 대지진(규모 9.0)이 일어나기 약 한달 전인 2011년 2월에 평균 농도에 비해 고농도를 보였으며, 라돈은 여름철과 2011년 2월에 이상 고농도 현상을 보였다. 동굴 내외부의 환경요소와 토론과 라돈의 상관관계를 바탕으로, 2011년 2월에 측정된 라돈과 토론의 이상 농도는 Tohoku-Oki 지진의 전조 현상이라 판단되며, 이 연구에서 제안된 Rn 동위원소의 모니터링 방법이 세계 여러 곳에서 실시된다면, 지진 예보에 획기적인 전환점이 될 것이라 판단된다.

자료:

Y.H. Oh and G. Kim (2015). A radon-thoron isotope pair as a reliable earthquake precursor. Scientific Reports, 5, do:10.1038/srep13084.

# 용 어 설 명

## 1. 라돈(radon, $^{222}Rn$)

○ 라돈은 지각을 구성하는 암석이나 토양 중에 천연적으로 존재하는 우라늄($^{238}U$)이 몇 단계의 방사성붕괴를 거듭한 후 어미 핵종인 $^{226}Ra$으로부터 생성되는 무색, 무미, 무취의 방사능을 띤 불활성 기체이다. 라돈의 반감기는 3.8일로, 대기확산과 지하수 관련 연구에 이용되고 있다.

## 2. 토론(thodon, $^{220}Rn$)

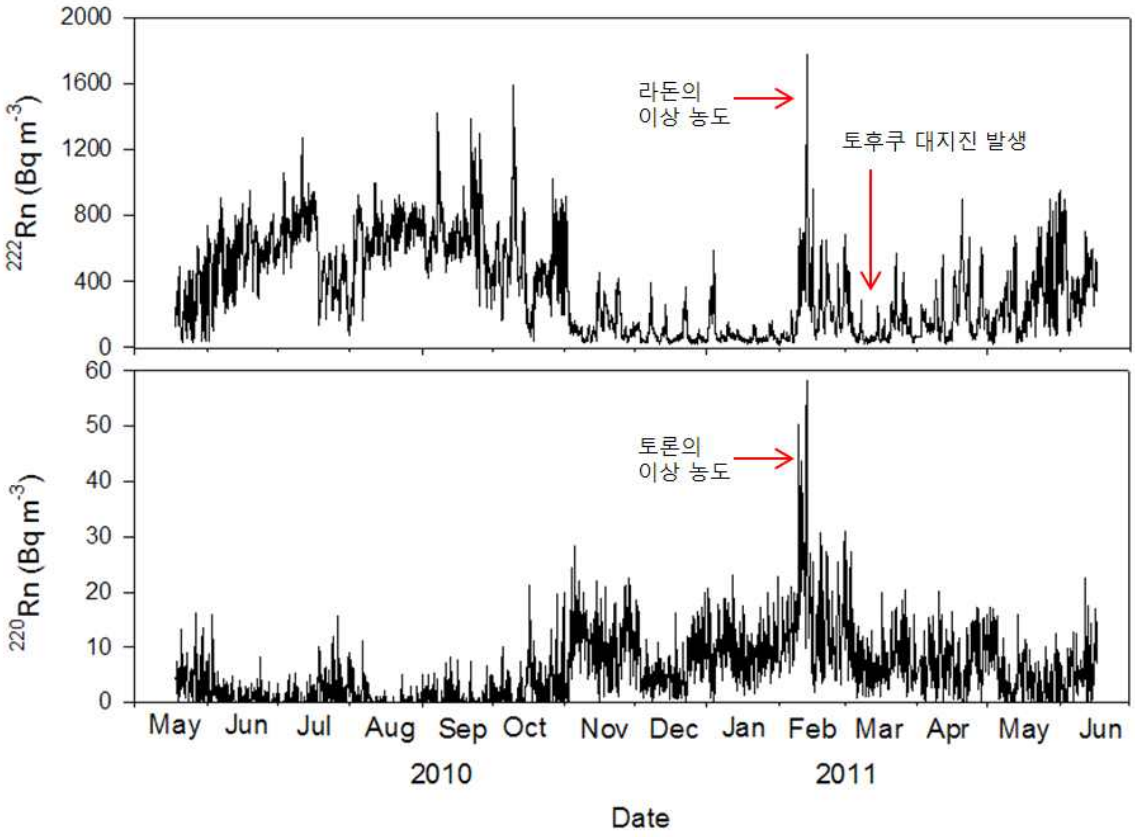
○ $^{232}Th$의 방사성붕괴를 통해 어미 핵종인 $^{224}Ra$으로부터 생성되는 토론은 라돈과 유사한 물리화학적 성질을 지니고 있으나, 라돈에 비해 짧은 반감기(56초)를 가진다.

## 3. 지진전조현상

○ 지진이 발생하는 지역 부근에서 지진이 발생하기 수일에서 수개월 전부터 일어나는 물리· 화학적 특성의 변화나 특이한 자연현상 또는 동식물의 이상행동을 일컫는다.

# 그 림 설 명

2010년 5월부터 2011년 6월까지 경북 울진 성류굴에서 측정된 라돈과 토론의 농도 변화




-> 일본 토후쿠 대지진 발생 약 1 개월 전부터 15일간 라돈과 토론의 이상 농도가 측정되었다.

# 연구자 이력사항
# -김규범 교수-

## 1. 인적사항

○ 소 속 : 서울대학교 지구환경과학부 교수

○ 전 화 : 02-880-7508

○ E-mail : gkim@snu.ac.kr

## 2. 경력사항

○ 2000 - 2003: 서울대학교 지구환경과학부 계약조교수

○ 2003 - 2007: 서울대학교 지구환경과학부 조교수

○ 2007 - 2012: 서울대학교 지구환경과학부 부교수

○ 2012 - 현재: 서울대학교 지구환경과학부 교수