

## 인산석고의 실내공기중 라돈방출율 측정

이길용·윤윤열·조수영·장영남

한국지질자원연구원 지구환경연구본부

E-mail: kylee@kigam.re.kr

중심어 : 라돈방출율, 인산석고, 액체섬광계수기, 방사평형

### 서론

라돈(Rn-222)은 모든 지각물질에 함유되어 있는 우라늄(U-238)의 자핵종으로 우라늄과 같이 지구상 어디에나 존재한다. 이 라돈은 방사성 불활성 기체로 반감기가 3.8일로 라듐(Ra-226)의 알파붕괴에 의해서 생성된다. 라돈은 흡연 다음의 폐암원인물질로 알려져 있으며 1급 발암물질로도 알려져 있다. 최근 실내공기와 지하수에 미국 EPA의 제안치를 초과하는 지역이 상당수 보고되면서 라돈에 대한 관련기관 및 국민들의 관심이 고조되고 있다. 라돈의 위해성은 공기중 라돈의 흡입에 의한 폐암유발이 가장 심각한 것으로 알려져 있으며, 토양이나 지하수의 라돈역시 실내공기를 고려하여 기준치나 제안치가 설정되고 있다.

본 연구에서는 광물탄산화(mineral carbonation)를 통한 이산화탄소 저장(CO<sub>2</sub> sequestration)연구에서 사용되고 있는 인산석고(phosphogypsum)의 공기중 라돈방출율을 액체섬광계수기(LSC)만을 이용하여 측정하였다.

### 재료 및 방법

방출율 측정 시료는 인산비료업체의 부산물인 인산석고를 체분리하여 300 $\mu$ m 미만의 분말을 사용하였다. 라돈의 방출은 수분함량에 크게 영향을 받기 때문에 시료를 105 $^{\circ}$ C에서 48시간동안 건조하여 수분을 제거시켰다. 체적 125mL의 유리용기에 분말시료 10g을

넣고 밀봉한 다음, 밀봉 1일 후와 35일 후에 유리용기의 공기시료를 1mL 채취하여 섬광용액(Optiphase Hisafe 3)과 증류수가 채워진 LSC용 측정병에 주입하여 라돈의 방사능을 측정하였다. 유리용기 및 측정용 병은 PTFE/SILICON septum cap을 사용하였고, 기체시료는 HAMILTON 81356, 1001SL 1.0 mL SYR(22/2/2)L 주사기를 이용하여 측정하였다. 측정용기의 라돈누출을 확인하기 위한 라듐표준용액은 NIST의 SRM4967을 이용하였다.

### 결과 및 고찰

용기의 라돈 누출율 측정은 용기에 라듐표준용액을 주입한 35일 후에 기체시료와 액체시료를 채취하여 LSC로 측정하였으며 아래의 식으로부터 산출하였다.

$$L = \frac{C_w V_w + C_a V_a}{C_{std} V_w} \times 100 (\%)$$

용기 5개를 이용하여 라돈누출율을 측정한 결과 35일간 라돈의 누출율은 2.0 $\pm$ 0.3% 이었다.

라돈의 방출율은 밀봉 1일 후와 35일 후의 기체중 라돈의 계수 값으로부터 다음의 식을 얻을 수 있으며 이를 이용하여 산출하였다.

$$EC = \frac{C_{35d} - C_0}{C_{35d}}$$

여기에서, C<sub>35d</sub>는 밀봉 35일 후의 라돈방사능(net count

rate),  $C_0$ 는 밀봉시 시료에 남아있는 잔류라돈의 순 계수율이다.

그림 1에 밀봉시 잔류라돈의 양과 라돈누출율 조사를 위해 작성한 라돈의 붕괴곡선과 포화곡선이다.

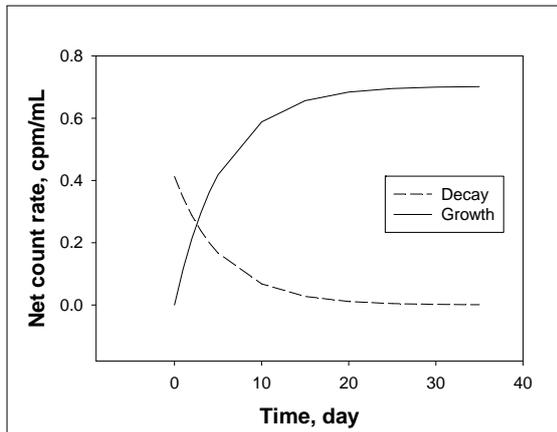


Fig. 1. The Rn-222 net count rate in the 1 mL of headspace air of phospogypsum containers by decay and growth curves from 0 to 35 days at 20°C.

그림 1과 위의 식을 이용하면 액체섬광계수기를 이용하여 밀봉시료용기의 기체시료의 순계수 값만을 이용하는 간편한 방법으로 토양, 암석등 고체시료의 라돈방출율을 산출할 수 있음을 확인 하였다. 라돈의 방출을 측정시 용기로부터의 라돈누출은 약 2%으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. USEPA, 2002. U.S. EPA ( 2002) National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants, Subpart R.
2. M. Lysandrou, A. Charalambides, I. Pashalidis (2007) Radiation Measurements 42: 1583 -1585.