

## 지하연구시설 내에 극 저준위 감마핵종 분석 시스템 구축: 라돈 방사능 영향 평가

이완로, 김경수, 김희령, 정근호, 강문자, 조영현, 최근식, 이창우  
 한국원자력연구원  
 petor@kaeri.re.kr

### 1. 서론

대기권핵실험이 중단된 이후 낙진에 의한 환경방사능 준위는 점점 낮아지고 있기 때문에 환경 중 저준위 방사능을 검출하기 위한 방법으로는 다량의 시료를 채취, 농축하여 검출하한치를 낮추는 방법이 일반적인 해결방법이다. 그러나 다량의 시료채취가 불가능한 경우 또는 시료의 전처리 없이 시료를 파괴하지 않고 간단하면서 빠르게 측정하기 위해서는 기존의 계측법으로 검출이 어렵기 때문에 극 저준위 감마핵종 분석 시스템 구축이 필요하다. 현재 한국원자력연구원에서는 지하연구시설(KURT; KAERI Underground Research Tunnel)이 구축되어 있으며, 이를 이용하여 지하에 극 저준위 감마핵종 분석 시스템을 구축하고 있다.

본 연구에서는 극 저준위 감마핵종 분석 시스템 구축 시 라돈 방사능에 대한 영향을 평가하여 라돈에 의한 백그라운드 증가 영향 및 지하 연구실내에서 실험실원이 거주할 경우 라돈에 의한 인체에 추가피폭 여부를 평가하였다.

### 2. 실험 및 결과

라돈에 의한 백그라운드 증가 영향을 평가하기 위해서 이온 챔버 방식의 Alpha Guard (Genitron사) 장비를 사용하여 2008년 2월 19일부터 2008년 2월21일까지 라돈 농도를 연속으로 측정하였다 (Fig. 1). 또한 지상의 일반적인 연구 실험실내의 라돈 농도와 비교하기 위해서 2008년 2월 21일부터 2008년 2월22일까지 제 3연구동 실험실에서 측정하였다.

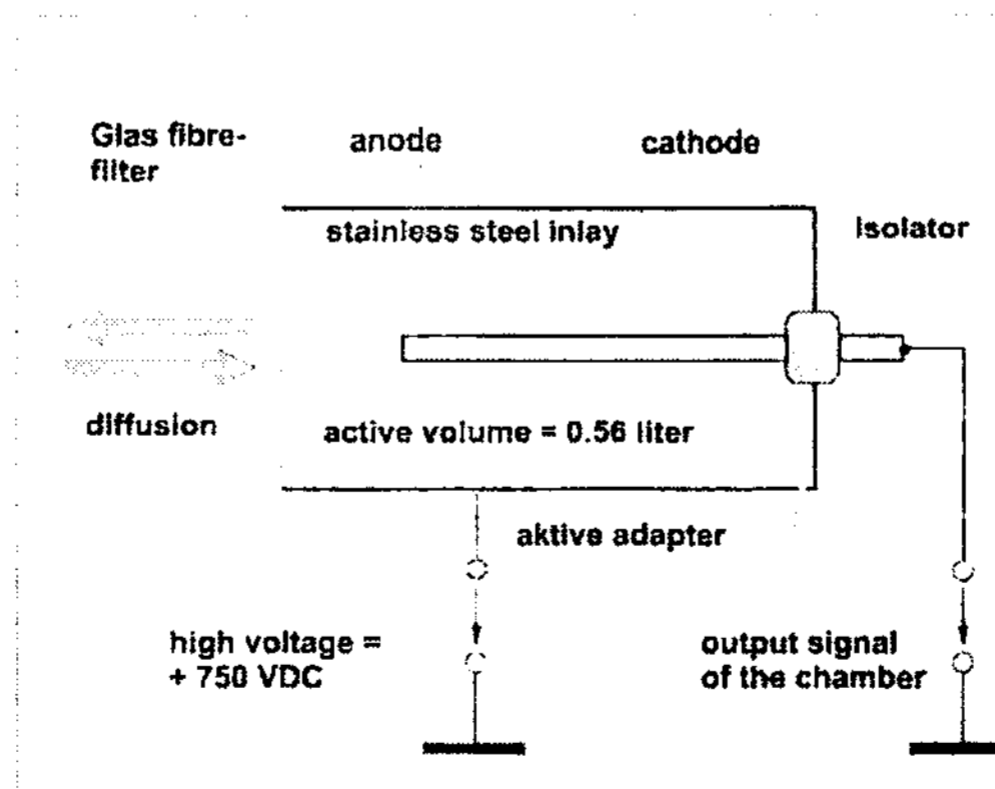


Fig. 1. Measurement principle of radon radioactivity using ion chamber

Fig. 1에서 보이듯이 라돈의 농도는 외부와 이온 챔버의 확산을 통해서 측정하는 방식으로 분장비를 통해서 실시간으로 지하연구시설과 외부 시설간의 라돈 농도 차이를 측정하였다. 지하연구시설 및 일반 연구실의 라돈 농도 측정결과는 Fig. 2에서 보여주고 있다. Fig. 2에서 보였듯이 지하연구시설의 경우 환기시스템이 가동되지 않았을 경우에는 매우 높았으나, 환기시스템을 가동했

을 경우에는 거의 일반 실험실과 거의 비슷한 라돈 방사능 농도인 54.3 Bq/m<sup>3</sup>를 보였다. 일반 실험실의 경우 35.3 Bq/m<sup>3</sup> 보였다. 일반 실험실 보다 지하연구시설이 약간 높았으나, 환기시설을 지속적으로 가동하고 이온챔버의 불확도를 고려했을 때 극 저준위 감마핵종 분석 시스템을 구축하는데 라돈의 영향은 크게 없는 것으로 평가되었다. 또한 극 저준위 시스템 내부에 지속적으로 질소가스를 유입시키기 때문에 라돈에 영향은 거의 없을 것으로 판단된다. 다만 지속적으로 환기시스템을 가동해야 할 필요성이 본 연구를 통해서 확인되었다. 환기시설이 중단된 저녁부터 오전까지의 평균 라돈 방사능 농도는 404 Bq/m<sup>3</sup> 로 환기시설을 가동했을 때 보다 7 배 이상 높은 것으로 측정되어 극 저준위 시스템의 백그라운드에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 지하 연구실내에서 실험실원이 거주할 경우 라돈에 의한 인체에 추가피폭 여부는 다음과 같이 평가하였다. 우리나라 옥내 라돈 연평균 농도인 53.4 Bq/m<sup>3</sup> 보다 높은 평균 농도는 0.9 Bq/m<sup>3</sup> 이다. 이 추가 방사능으로 인한 유효선량은 UNSCAER 93에서 제시하는 식 (1)을 사용하여 계산되었다.

$$H = Q \cdot F \cdot T \cdot K \text{ [Sv]} \tag{1}$$

이 때 Q는 <sup>222</sup>Rn의 농도 [Bq/m<sup>3</sup>], F는 평형인자, T는 거주시간 (=거주계수(0~1)\*8,760 [h]), K는 선량환산계수(=9\*10<sup>-9</sup> [Sv/(Bq·h·m<sup>-3</sup>)])이다. 평형인자는 보수적인 관점에서 0.4를 사용하였다. 거주계수는 일과 시간 (9시~18시)만을 고려하여 0.267을 사용하였다. 식 (1)에 의해서 보수적으로 평가한 결과 추가적인 피폭은 거의 없는 것으로 평가되었다.

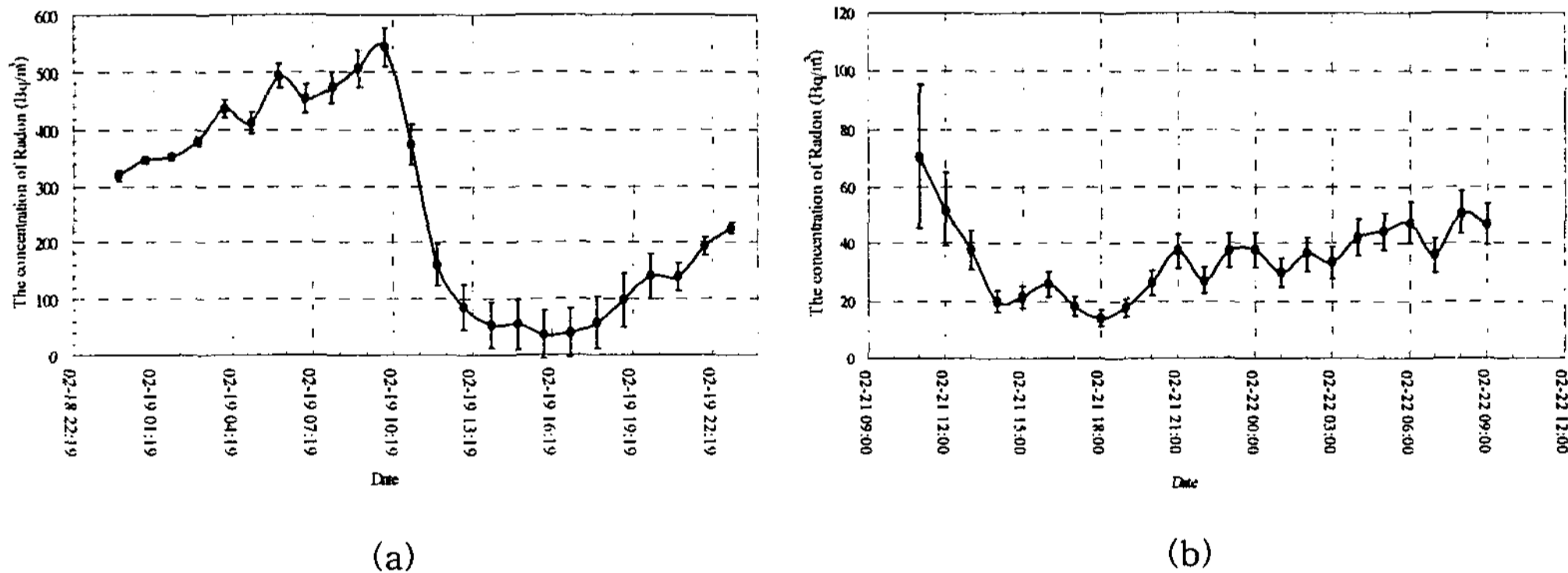


Fig 2. (a) The Measurement of radon concentration at the KURT for a day, (b) The measurement of radon concentration at the research building No.3 of the KAERI for a day

### 3. 결론

환기시설이 가동되지 않을 경우에는 일반 실험실 공간보다 7배 이상 라돈이 높게 측정되었다. 그러나 환기시설이 가동될 경우에는 라돈의 영향은 일반 실험실에 비해서 차이가 없었다. 따라서 지하연구시설에 극 저준위 감마핵종 분석 시스템 구축 시 환기시설이 가동될 경우 문제가 없는 것으로 평가되었다. 다만 극 저준위 시스템 가동 시 측정하는 동안뿐만 아니라 최소한 3시간 이전부터 환기시스템을 가동해야 함을 알 수 있었다. 또한 지하 연구실내에서 실험실원이 장시간 실험할 경우 라돈에 의한 인체에 추가피폭 여부를 평가한 결과 환기시스템이 가동할 경우 전혀 문제가 없음을 알 수 있었다.