

PG2) 장기라돈 측정을 위한 LR-115 고체비적 검출기의 환산인자 도출

Conversion Factor in Long-Term Measurements of Radon Concentration with LR-115 SSNTDs

전재식 · 이호찬¹⁾ · 이지영 · 김주형 · 김민영 · 박영웅²⁾
 서울시보건환경연구원, ¹⁾연세대학교 대기과학과, ²⁾(주)알엔테크

1. 서 론

자연계의 지각에 넓게 분포하는 우라늄(²³⁸U)의 여섯 번째 붕괴생성물인 라돈(²²²Rn)은 일반대중의 방사능 노출의 주요 기여원으로 평가되고 있다. 이에따라 가정 및 사무실등 다중이용시설에서의 공기중 라돈에 대한 평균노출 평가가 중요시 되고 있으며 이를 측정하기위한 방법으로 고체비적검출기(solid-state nuclear track detectors, SSNTDs)를 이용한 장기간 라돈측정법이 널리 이용되고 있다. 이는 passive 측정방법으로 흔히 시간적분(time integrating)측정법이라고도 하며 플라스틱, 유리, 운모 등의 고체비적검출기에 하전입자가 입사하여 생긴 비적을 화학적으로 부식·확대한 후 현미경등으로 판독하여 방사선량을 정량화하는 방법이다. 고체비적검출기를 이용한 방법은 수일에서 1년 또는 그이상의 기간동안 공기중 라돈의 평균농도를 측정하기 위하여 사용되며 비용이 저렴하고 라돈의 연간 피폭선량을 예측하기 위한 가장 적합한 방법이다. 본 연구에서는 고체비적검출기로서 cellulose nitrate 성분의 LR-115 type II film을 부착시킨 라돈컵을 이용한 라돈농도의 장기간 측정 시 환산인자(conversion factor)와 검출한계(lower limit of detection, LLD)를 구하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 고체비적검출기로서 cellulose nitrate(C₆H₈O₅N₂)성분의 LR-115 type II film과 micro fiber filter가 부착된 closed type의 라돈컵을 이용하였다. micro fiber filter는 라돈자핵중 및 토론이 본체 내부로 확산되는 것을 방지하고 라돈만 선별적으로 내부로 확산 침투되도록 하는 역할을 한다. 라돈농도를 산출하기 위해서는 그림 1과 같이 외기에 노출된 라돈컵의 검출 film을 실험실에서 화학적으로 에칭하여 비적을 확대하고 현미경으로 비적의 밀도(tracks/cm²)를 계산한 후 환산인자를 이용하여 라돈농도를 구한다.

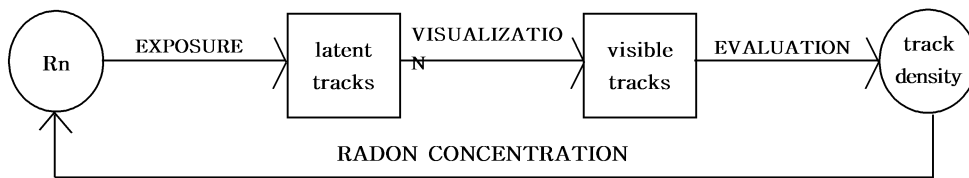


Fig. 1. Schematic representation of the main processes involved in radon detection and evaluation by an etched track radon dosimeter.

환산인자는 그림 2와 같이 항온, 항습 조건이 유지되는 세 개의 챔버에 라돈표준선원(1±0.1pCi/L·hr)을 각각 0, 1, 5개, 라돈컵은 5개씩 넣고 2주간 실험을 하여 구하였다. 표준선원의 라돈농도는 각 챔버의 자동연속 라돈측정기(model: RMI027)로부터 구하였다.

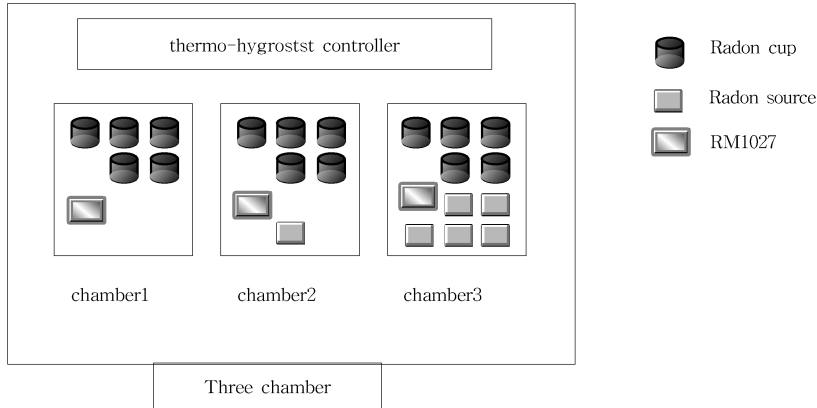


Fig. 2. The geometry of three chamber for measuring conversion factor.

2주간의 실험 후 검출기에 부착된 film을 2.5N NaOH수용액으로 etching(60℃, 150min)한 후 확대된 비적을 광학현미경 및 CCD-Camera를 사용하여 약 200배로 확대하여 비적수를 계수하였다.

3. 결과 및 고찰

교정실험결과(표 1) 교정인자는 1.29, 최소검출한계는 0.504로 계산되었다.

Table 1. Conversion factor and LLD of LR-115 detectors in the closed radon dosimeters.

LR-115 type II plastic detector	
Conversion factor K(pCi/L day per tracks cm ⁻²)	LLD(pCi/L day)
1.29	0.504

$$K = \frac{C_{Rn} \times D}{T}$$

여기서 C_{Rn} : 챔버내 평균라돈농도

K: 환산인자(pCi/L) · day/(T/cm²)

T: 생성비적수(tracks/cm²)

D: 누적시간(day)

$$LLD = 4.66 \frac{\sqrt{\rho_b \cdot A \cdot K}}{A \cdot D}$$

여기서 ρ_b : 백그라운드(tracks/cm²)

A: 계수면적(cm²)

K: 환산인자[(pCi/ℓ) · day/(tracks/cm²)]

D: 누적시간(day)

참고 문헌

진재식 (2007) 서울지하철역 라돈의 시·공간적변화와 기여원, 박사학위논문, 서울시립대학교.

박영웅 (1997) 방사능의 정량적 측정을 위한 플라스틱 비적 특성, 박사학위논문, 충남대학교.

Amrani, D. and M. Belgaid (2001) Some investigations and use of LR-115 track detectors for radon measurements, Radiation physics and chemistry, 61, 639-641.

Eappen, K.P. and Y.S. Mayya (2004) Calibration factors for LR-115(typeII) based radon thoron discriminating dosimeter, Radiation measurements, 38, 5-17.

UNSCEAR (United Nation's Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) (2000) Sources and effects of ionizing radiation, Report to the general assembly with scientific annexes, UNSCEAR United Nations.