

## 지하 공간 근무자의 라돈 흡입에 의한 연간유효선량평가; 서울지방경찰청 지하철경찰대 사례

송명한<sup>1</sup> · 장병욱<sup>1,2\*</sup> · 김용재<sup>1,2</sup> · 이화용<sup>2</sup> · 이재열<sup>3</sup> · 이삼만<sup>3</sup>  
과학기술연합대학원<sup>1</sup> · 한국원자력안전기술원<sup>2</sup> · 서울지방경찰청 지하철경찰대<sup>3</sup>  
E-mail: s138smh@kins.re.kr

중심어 (keyword) : 라돈, 유효선량, 지하철경찰대

### 서론

<sup>222</sup>Rn(이하 라돈)은 천연방사성핵종으로 무색, 무미, 무취의 불활성 기체이다. 3.82일의 짧은 반감기 핵종이지만, 다른 자연방사성 동위원소들(<sup>220</sup>Rn, <sup>219</sup>Rn)에 비해 상대적으로 긴 반감기로 인간의 피폭에 있어 가장 중요하게 인식되며, 라돈과 폐암과의 역학관계가 규명된 이래로 세계적으로 많은 연구가 진행되어 왔다[1][2]. U.S. EPA에 따르면 라돈은 흡연에 이어 폐암의 발병률을 높이는 주요인으로 지각, 암석 등에 함유되어 있는 <sup>238</sup>U의 방사성 붕괴에 의한 생성물이기 때문에 일반적으로 지하 공간에서 그 농도가 높게 분포한다[3]. 더욱이 현대 사회는 공간과 에너지의 효율적 이용을 위해 지하 시설물 등의 건축이 증가하고 있고, 건축물 내부의 밀폐성이 높기 때문에 라돈농도가 높고, 지하 시설물의 이용자 혹은 근무자들의 라돈 흡입에 의한 방사선 피폭 역시 높다.

본 연구에서는 지하 시설물 관련 근무자 가운데 지하 공간에서 머무르는 시간이 가장 많은 서울지방경찰청 지하철경찰대 근무자들을 대상으로 선정하여 근무지별 라돈 농도 조사를 수행하였고, 근무 형태에 따른 관련 근무자들의 라돈 흡입에 의한 개인별 연간유효선량을 평가하였다. 또한, 기존의 연구를 기초로 근무 이외의 시간에 가옥 등에서 받게 되는 라돈에 의한 유효선량을 평가 후 연간 총 피폭 가능한 범위를 추정함으로써 근무자들의 잠재적 피폭 위험을 평가하였다[4].

### 재료 및 방법

라돈 흡입에 의한 유효선량 평가 시 중요한 인자 중 하나인 라돈농도의 측정에는 수동형 라돈 검출기인 Raduet(Hungary, Radosys Co. Ltd.)을 이용하였다. 라돈 검출기의 설치 위치는 서울지방경찰청 지하철경찰대 근무

지의 공간 및 환경적 특성을 고려하여 17곳의 사무실과 9곳의 침실을 선정하였다. 그리고 라돈 검출기의 설치 기간은 2008년 9월~2008년 12월, 2008년 12월~2009년 2월, 2009년 2월~2009년 6월, 2009년 6월~2009년 8월의 4분기로 나누어 1년 동안 수행하였다.

라돈흡입에 의해 근무자가 피폭 받는 유효선량평가에는 UNSCEAR REPORT 2000에서 제시한 유효선량 모델을 사용하였다[5]. 개인별 연간유효선량을 평가하기 위하여 전경찰대원에 대한 설문조사 및 면담을 통해 근무 시간과 근무지 환경, 그리고 거주지 환경을 포함한 생활습관 등을 조사하였고, 이를 바탕으로 각 공간에 체류하는 시간에 따라 세분화하여 근무유형에 따른 유효선량을 평가하였다.

### 결과 및 고찰

연평균라돈농도는 경찰대장실이  $114 \pm 22.9 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 로 가장 높았으며, 신도림출장소가  $19.8 \pm 4.31 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 로 가장 낮았다(Fig. 1).

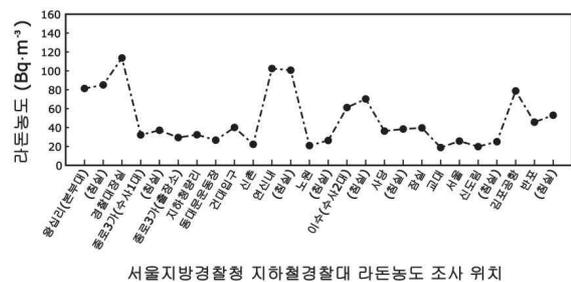


Fig. 1. 서울지방경찰청 지하철경찰대 근무지(사무실, 침실)별 연평균 라돈농도

경찰대장실의 라돈농도가 가장 높은 주요인으로는 첫째, 화강암 지역에 위치해있는 것과 둘째, 대장실의 특성상 공간의 밀폐성이 가장 높았기 때문인 것으로 판단된다. 신도림 출장소 사무실의 라돈농도가 가장 낮은 주요인으

로는 첫째, 화강암 지역에 위치하지 않은 것과 둘째, 상대적으로 낮은 심도에 의한 것으로 판단된다.

라돈의 흡입에 의해 근무자가 근무지에서 받을 수 있는 연간유효선량의 범위는 0.12 ~ 1.42 mSv·y<sup>-1</sup>로 평가되었으며, 근무를 마친 후 가옥에서 받는 연간유효선량을 추정 평가하기 위하여 지역별 가옥 형태에 따른 연평균라돈농도[4]를 바탕으로 연간유효선량의 범위를 추정한 결과 0.76 ~ 1.35 mSv·y<sup>-1</sup>로 평가되었다. 앞서 평가한 순찰지를 제외한 근무지에서 피폭 받을 수 있는 연간유효선량에 가옥 형태에 따른 추정 연간유효선량을 합산한 결과 0.98 ~ 2.33 mSv·y<sup>-1</sup>로 평가되었다(Fig. 2).

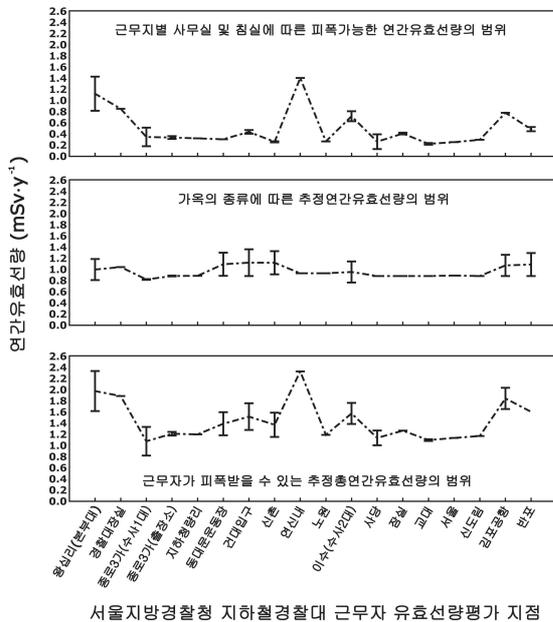


Fig. 2. 근무자가 순찰지를 제외한 근무지(사무실, 침실)에서 피폭 받을 수 있는 연간유효선량과 가옥 형태에 따른 추정 연간유효선량 그리고 합산한 추정 총 연간유효선량의 범위

UNSCEAR REPORT 2000에서 제시한 라돈 흡입에 의해 일반인이 일상생활 중 피폭 받는 연평균 유효선량[5]은 1.2 mSv·y<sup>-1</sup>로 경찰대근무자의 54 %가 이 값을 초과할 수 있는 것으로 추정 평가되었다. 이것은 라돈농도가 낮음에도 불구하고 과도한 근무시간으로 인해 지하 공간에서 머무르는 시간이 길기 때문인 것으로 판단된다.

## 결론

지하 시설물 관련 근무자들의 라돈 흡입에 의한 연간

유효선량을 평가하기 위하여 지하 공간에서 근무하는 시간이 가장 많은 서울지방경찰청 지하철경찰대 근무자를 대상으로 선정하였고, 각 근무지별 라돈농도 조사를 통해 확보한 기초 자료와 기존의 연구 결과를 바탕으로 유효선량을 평가하였다. 그 결과, 지하철 경찰대원이 근무 중 받는 유효선량은 최대 1.42 mSv·y<sup>-1</sup>(순찰 시의 유효선량은 제외)이며, 가옥에서의 유효선량을 포함하면 연간 최대 2.33 mSv·y<sup>-1</sup>까지 피폭 받을 수 있음을 알 수 있었다.

최근, 국제방사선방호위원회(ICRP)는 라돈 흡입에 의한 유효선량 평가 시 사용되는 선량환산계수를 기존의 0.61 (mSv)(mJ·h·m<sup>-3</sup>)<sup>-1</sup>에서 1.2 (mSv)(mJ·h·m<sup>-3</sup>)<sup>-1</sup>로 상향 조정하는 것을 검토 중에 있다. 또한, WHO는 2009년 09월 실내 라돈농도를 100 Bq·m<sup>-3</sup>로 관리하되, 최대 300 Bq·m<sup>-3</sup>를 초과하지 않도록 국가 참조 준위를 조정할 것을 권고한 바 있다[6]. 이러한 라돈의 위해성평가에 대한 국제적 변화를 감안하고, 또한 지하철경찰대 근무자의 순찰에 따른 유효선량까지 포함할 경우, 본 연구에서 평가된 근무자 최고값인 1.42 mSv·y<sup>-1</sup>보다 높게 평가될 가능성이 있다. 비록 이 값은 ICRP에서 제시한 조치가 필요한 참조 준위 10 mSv·y<sup>-1</sup>[2] 보다는 상당히 낮은 값이나, 유사한 근무 환경에서 근무하는 지하철 역사 관련 근무자(역무원, 운전수 등)에 비해 과도한 근무 시간이 주요인이므로 비용 효과 측면을 고려하여 근무 시간 및 근무 교대 패턴의 조정 등 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

향후 본 연구 결과는 지하 공간 근무자 혹은 이용자들의 라돈 흡입에 의한 피폭 위험도 평가 시 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 사사

본 연구는 교육과학기술부 원자력기술개발사업 "생활환경중의 방사선 영향 평가"의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation, 1993
2. The International Commission on Radiological Protection, PUBLICATION, 65
3. United States Environmental Protection Agency, Toxicological profile for radon, 1990
4. 한국원자력안전기술원, 국민방사선위해도평가, 2007
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, ANNEX B, Exposures from natural radiation sources, 2000
6. World Health Organization, Handbook on indoor radon, 2009