

지하공간 근무자들의 라돈에 의한 연간 유효선량평가 (서울지하철 일부 역사 사례)

이화용¹ · 장병욱^{1,2} · 김용재^{1,2} · 송명환² · 허동혜¹
 한국원자력안전기술원¹ · 과학기술연합대학원대학교²
 E-mail: s135lhy@kins.re.kr

중심어 (keyword) : 라돈, 연간유효선량, 지하철

서론

서울의 대표적인 지하공공시설인 서울지하철은 이용객이 많기 때문에 라돈에 의한 집단선량이 높고 일부 역사는 화장암 암반지역에 위치하여 라돈 농도가 상대적으로 높다. 과거 지하철 역사 내 라돈농도에 대한 많은 연구가 서울시 보건환경연구원 및 일부 대학을 중심으로 수행된 바 있다. 그러나, 대부분의 연구가 라돈 농도 조사 측면에만 국한되어 있고, 대부분 이용객이 주로 머무는 승강장이나 대합실을 위주로 조사지점이 선정되어왔다. 상대적으로 지하공간에 머무는 시간이 짧은 일반 승객에 비하여 머무는 시간이 긴 역무원의 경우, 개인별 라돈흡입에 의한 연간유효선량은 방사선 피폭측면에서의 훨씬 더 중요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 과거 조사 결과 상대적으로 농도가 높았던 일부 역사를 선정하여 역무원들의 주 근무공간에 대한 라돈 농도를 1년 동안 수행하고 이 결과를 바탕으로 근무자 특성별 근무 패턴을 분석, 역무원들의 라돈 흡입에 의한 연간유효선량을 평가하였다.

조사 및 평가 방법

서울지하철의 운영 주체는 서울메트로(1~4호선)와 서울도시철도공사(5~9호선) 그리고 일부 국철구간을 운영하는 코레일로 나뉜다. 코레일의 경우 지상역사가 많고 역사의 수가 적기 때문에 제외하였으며, 상대적으로 역사의 심도가 깊은 5~9호선의 경우 운영주체로 부터의 협조가 원활하지 않아 본 연구에서는 조사를 수행하지 못하였다. 조사에 동의한 서울메트로의 운영구간인 1~4호선 역사

중 과거 서울시 보건환경연구원의 조사결과 비교적 높은 농도를 보였던 경복구역(3호선), 종로 3가역(1,3호선), 동대문운동장역(2,4호선), 을지로 4가역(2호선), 남태령역(4호선), 삼각지역(4호선), 서비스센터(경복구역, 삼각지역), 운전취급실(남태령역) 모두 11개 지점을 선정하여 조사를 수행하였다.(그림1)

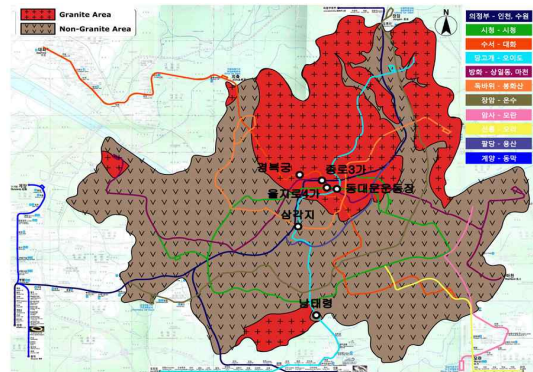


그림 1. 조사대상 지점과 지질도

2008년 9월부터 2009년 8월까지 1년간 조사를 수행하였으며 라돈농도 측정에는 수동형 라돈 검출기인 Raduet(Hungary, Radosys Co. Ltd.)을 이용하였다. 검출기의 설치 위치는 각 역사의 역무실과 매표소 그리고, 침실에 각각 1개씩을 설치하였으며, 서비스 센터가 별도로 있는 경복구역과 삼각지역, 그리고 남태령역의 운전취급실에 추가로 설치하였다. 라돈흡입에 의한 개인별 연간유효선량평가에는 UNSCEAR 2000 보고서에 제시된 방법을 사용하였다.

조사 및 평가 결과

2008년 9월부터 2009년 8월까지 1년간 조사한 라돈

결과는 16.5 ~ 93.0 Bq/m³로 경북구역에서 가장 높은 값을 보였으며 환경부 실내공기질관리법의 라돈 권고치인 148 Bq/m³을 초과한 곳은 없었다.

역사별 역무원들의 근무현황을 조사, 분석하여 크게 각 일반역사 근무자, 서비스센터 근무자, 운전취급실 근무자 이렇게 세 가지 타입의 모델 근무자를 선정, 라돈 흡입에 의한 연간 유효선량을 평가하였다. 각 역의 일반 근무자들은 3조 2교대로 편성되어 오전팀(9시~18시 10분)과 오후팀(18시 10분~ 익일 9시)으로 나뉜다. 근무현황을 분석한 결과 평균적으로 일일 8시간 근무를 기준으로 역무실에서 4시간, 매표소 3시간, 침실 1시간의 시간을 보내게 된다. 일반 역사 근무자와 달리 서비스센터와 운전취급실 근무자의 경우는 교대 근무 없이 하루 8시간을 근무하기 때문에 연간 2,304시간을 동일공간에서 보내게 된다.

개인별 연간 유효선량평가 결과 0.175 ~ 0.551 mSv/y사이의 값을 보였다. 일반 역무원 가운데 가장 높은 곳은 남태령역의 근무자 (0.541 mSv/y)였고, 제일 낮은 곳은 1호선 종로 3가역의 근무자 (0.175 mSv/y)였다. 또한, 경북구역에 위치한 서비스센터 근무자가 0.551 mSv/y로 조사 대상 지점 중 가장 높은 값을 보였으며 운전취급실 근무자의 경우도 0.478 mSv/y의 상대적으로 높은 값을 보였다. (표1)

표1. 실내 라돈 농도 및 연간 유효선량

근 무 지		실내 라돈 농도 (Bq/m ³)	연간 유효선량 (mSv/y)
경북구역	3호선 역사	16.5 ~ 93.0	0.243
	서비스센터	66.4	0.551
종로3가역	1호선 역사	17.7 ~ 28.3	0.175
	3호선 역사	27.7 ~ 43.4	0.282
동대문	2호선 역사	22.1 ~ 26.1	0.210
운동장역	4호선 역사	32.2 ~ 33.7	0.272
을지로4가역	2호선 역사	27.5 ~ 35.8	0.275
삼각지역	4호선 역사	19.9 ~ 28.3	0.191
	서비스센터	27.6	0.229
남태령역	4호선 역사	56.5 ~ 84.9	0.541
	운전취급실	57.7	0.478

경북구역과 남태령역이 상대적으로 깊은 곳에 위치해 다른 지점에 비하여 라돈 농도가 높아 상대적으로 높은 선량평가결과를 보인다.

결 론

ICRP-65에 제시된 피폭의 저감을 위한 조치를 필요로 하는 개인선량 참조준위(10 mSv/y)와 비교하면 제일 높게 평가된 경북구역의 서비스센터 근무자의 유효선량(0.551 mSv/y)도 현저하게 낮음을 알 수 있다.[1] 지하공간에서 하루 최소 8시간을 보내게 되는 역무원의 개인별 연간 유효선량평가 결과와 비교하여 보면 지하철 이용시간이 최대 하루 평균 2시간에 불과한 일반승객의 경우는 개인별 라돈흡입에 의한 연간 유효선량은 더욱 낮게 된다. 일반인의 경우, 라돈 흡입에 따른 개인별 유효선량에 기여하는 부분은 지하철 이용 시간보다는 가옥에서의 거주시간이나 사무실내에서의 근무시간이 차지하고 있는 부분이 훨씬 더 클 것으로 판단된다.

결론적으로, 지하철 1~4호선의 운영주체인 서울메트로의 라돈을 포함한 지하 공간 내 실내 공기 질 관리는 상당히 우수한 것으로 판단된다. 다만, 방사선에 의한 피폭은 합리적인 수준에서 가능한 낮게 유지하는 것이 바람직하며 최근 ICRP와 WHO[2]에서 진행되고 있는 실내 라돈 권고기준의 강화 움직임과 다양한 실내 환경오염물질을 감안한다면 지하철역사 내부의 공기 질에 대한 지속적인 관리가 더욱 중요할 것이다.

사 사

주요역사 근무시설에 대한 라돈 농도 조사 및 근무현황 분석에 적극적으로 협조해주신 서울메트로 관계자 분들께 감사드립니다. 본 연구는 교육과학기술부 원자력기술개발사업 "생활환경중의 방사선 영향 평가"의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌 (REFERENCES)

1. ICRP, Annals of the ICRP Publication 103, (2007).
2. WHO, WHO Handbook on indoor Radon - A public health perspective (2009)