



Received: 2023/07/20
Revised: 2023/08/04
Accepted: 2023/09/08
Published: 2023/09/30

***Corresponding Author:**

Juyoung Park
Dept. of Safety & Health Convergence Engineering,
Soongsil University
369, Sangdo-ro, Dongjak-gu, Seoul, 06978, Republic
of Korea
Tel: +82-2-333-2006
E-mail: bomhousing@naver.com

군부대에서의 라돈 측정 실태 조사: 북미의 측정 방법 및 기준과의 비교 연구

Survey on Indoor Radon Concentration Measurements: A Comparison Study in Military Units Between the North America and South Korea

박주영^{1*}, 이준원², 어원석², 신동현², 김병직²

¹송실대학교대학원 안전보건융합공학과 박사과정

²송실대학교대학원 안전보건융합공학과 교수

Juyoung Park^{1*}, Won Souk Eoh², Dong Hyun Shin², Byungjick Kim²

¹Ph.D. candidate. Dept. of Safety & Health Convergence Engineering,
Soongsil University

²Professor, Dept. of Safety & Health Convergence Engineering,
Soongsil University

Abstract

군부대에서의 라돈 측정은 군인들의 건강과 안전을 도모하기 위해 필요하며, 국민의 건강과 안전 역시 보호하기 위해 라돈 노출의 위험을 정확하게 평가하고 필요한 조치를 취하는 것이 중요하다. 우리도 라돈 저감을 위한 온전한 규정과 지침서를 제공하고 저감 활동에 나서야 한다. 하지만 이에 앞서 가장 중요한 것은 측정의 정확성이다. 제대로 된 측정이 이루어지지 않으면 측정 이후의 모든 수행 작업에 오류가 있을 수 있다. 정확한 측정값을 얻은 후에야 라돈 노출을 줄이는 대책을 논의하고 유의미한 라돈 저감 정책을 시행할 수 있을 것이다.

Radon measurement in military installations is essential for the health and safety of soldiers and has broader implications for public health and safety. Accurate measurement is paramount as it forms the foundation for effective radon exposure assessment and mitigation efforts. Providing clear regulations and guidelines for radon reduction is crucial, but precision in measurement is the key to informing successful strategies and policies for reducing radon exposure both within the military and in the general population.

Keywords

라돈(Radon), 라돈 안전(Radon Safety),
라돈 측정(Radon Measurement),
군부대 라돈 안전(Military Radon Safety),
실내 환경 안전(Indoor Environment Safety)

1. 서론

최근 라돈에 대한 사회적 관심이 증가하고 위험성도 많이 알려진 바 많은 제품과 시스템들이 국내에서 개발되고 소개되며 관련 마케팅도 활발히 이루어지고 있다. 라돈은 천연 방사성 핵종으로 일반인들이 피폭되는 방사선량 중 반 이상을 차지하는 위험하고도 중요한 유해물질이다. 라돈은 세계보건기구(WHO)에서 1군 발암물질(Group 1)로 분류한 물질로서, 라돈 기체 또는 라돈자손이 미세입자에 달라붙어 호흡기로 들어간 후 방사성 붕괴를 계속하면 이 과정에서 방출되는 알파선이 지속적으로 폐포나 기관지에 손상을 일으켜 장기적으로는 폐암을 유발할 수 있다[1]. 라돈은 산지의 토양에서 많이 발생하는 것으로 알려져 있는데 산지 토양은 암석과 지하수와 밀접한 관계가 있으며 이러한 지형에서는 라돈이 지하공간으로 흡입되고 축적되는 현상이 다른 지역보다 훨씬 활발히 일어난다. 따라서 산악 훈련 시설 등 산지나 농경지역 등에 위치한 군부대 시설의 경우 당연히 라돈에 대한 노출의 위험도가 일반 지역보다 높아질 것이다.

군부대에서의 라돈 측정은 군인 건강 및 안전과 보호를 위해 중요하다. 라돈 가스를 마시거나 흡입하는 경우 그 가스의 방사능에 노출

되고 역시 폐암 발생의 위험도를 높이며 기타 건강상의 중요한 문제를 야기할 수 있기 때문이다. 특히 흡연과 함께 라돈에 노출될 경우 그 발생 위험은 훨씬 더 높아진다. 따라서 군부대에서는 군인들의 건강과 국민의 안전을 보호하기 위해 군부대 시설에서의 라돈 노출 위험을 평가하고 필요한 조치를 취하기 위한 제대로 된 정밀하고 완전한 측정이 중요하다.

환경부와 여러 단체에서 실내 라돈을 측정하기 위하여 라돈 검출기 측정 및 환경 영향 조사 등을 시행하고 있고 실내 라돈 고농도 건물 저감 관리 사업 등도 진행하고 있다. 그러나 단독, 다세대, 아파트 등의 일반 가정에서는 측정이 잘 이루어지지 않는 것이 현실이고, 특히 공공기관·군부대 부설기관 등은 다중시설로서 관리 및 모니터링이 훨씬 더 시급함에도 불구하고 현재 국내 상황은 신축 아파트 위주로 입주 전 건설사·시행사·관련 단체 등이 라돈 농도를 점검하는 선에서 그치며, 사용하는 장비 자체도 공식 인증을 받지 않은 경우가 많다[2]. 일반적으로 대중화된 장비들은 ‘라돈아이’와 ‘세스코 라돈 감지기’ 정도인데 이마저도 일반인들에게는 생소한 기계들이며 심지어 정확한 측정 방법을 소개한 가이드지가 거의 전무한 실정이다.

한국에서 어떻게, 언제, 무엇으로, 얼마나 라돈을 측정할 수 있는지에 대한 기준 및 가이드라인 확립을 위해 라돈 방출량이 가장 많은 나라에 속하며(Fig. 1 참조)[3] 라돈에 대한 국민의 인지도와 위험 감지도가 가장 높은 나라인 미국과 캐나다의 현재 상황을 조사하여 국내 실태와 비교하였다.

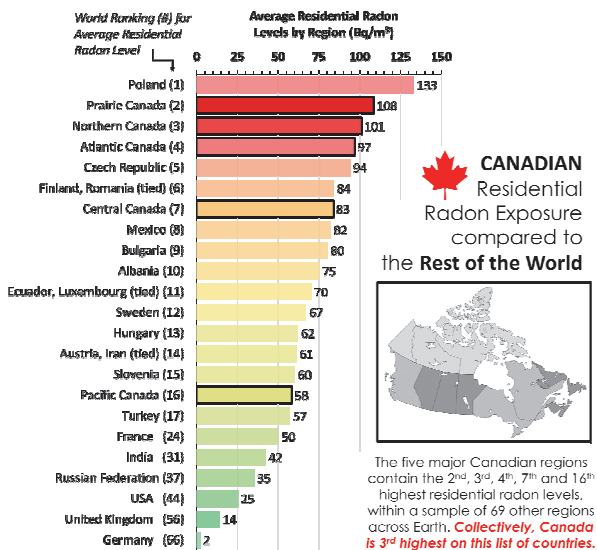


Fig. 1. 캐나다와 세계 국가의 거주시설 라돈 노출량 비교[8]

2. 이론적 배경

2.1 군부대 라돈 측정의 필요성

군사 시설물을 비롯한 다른 유형의 시설물에서 라돈 배출을 통제하는 것은 라돈 가스의 높은 농도에 장기간 노출될 경우 발생할 수 있는 잠재적 건강의 위험 때문에 매우 중요하다. 라돈은 토양과 암석에 흔히 포함되어있는 우라늄의 붕괴의 생성물에 의해 발생하는 자연방사능 가스인데, 이 라돈 가스는 건물로 스며들어 균열 및 기타 개구부를 통해 군사 시설물을 포함한 내부 건물로 유입된다.

- 건강의 위험: 라돈은 발암물질이며 특히 흡연자에게는 폐암의 발병 위험률을 증폭시킨다. 흡연자가 많은 군인 집단의 특성상 라돈 가스 측정 및 저감 활동이 시급한 실정이다.
- 인원 안전: 군사 시설물은 종종 장기간에 걸쳐 인원이 거주하며 그들의 안전과 건강을 보장하는 것이 최우선 과제이다. 라돈 가스 노출을 최소화함으로써 해당 시설에 주둔하는 개인들의 폐암 등 잠재적인 건강 문제의 위험을 감소시켜야 하고 환경과 외부로부터의 안전 문제에 더 효과적인 성과와 수행 능력을 도모하여야 한다.
- 국가 안보: 건강하고 견고한 군사 인력은 국가의 안보를 유지하는데 필수적이다. 군인들이 높은 수준의 라돈에 노출될 경우 건강 문제가 증가하여 작전 수행 능력 저하, 인력 소실로 이어질 수 있다. 이는 나아가 국가의 방위 역량에 많은 영향을 끼칠 것이다.
- 책임과 법적 준수: 많은 국가에서는 군사 시설물을 포함한 작업장에서의 라돈 노출을 제한하기 위한 규정과 지침을 마련하고 있다. 이러한 규정을 준수하지 않는다면 군사 기관에 법적 책임과 재정적 책임이 발생할 수 있다. 특히 미군의 경우 본국에서의 군부대 시설에 대한 라돈 관리가 철저하기 때문에 곧 주한미군 부대를 대상으로 라돈 관리가 시행될 것으로 생각된다.
- 공공 관계: 높은 수준의 라돈 노출과 관련된 건강 문제는 여론의 부정적인 관심을 끌 수 있으며 군사 기관에 대한 공공의 인식에 영향을 미친다. 인원들의 안전하고 건강한 환경을 확보하여 긍정

적인 공공 이미지를 유지하는 것은, 라돈 저감 활동이 대중화로 이어지는데 큰 기여를 할 것이다.

- 예방적 조치: 라돈 배출에 대한 대응은 환기 개선, 기타 실내 공기 질이나 환경적 유해 물질에 대한 완화 전략의 시행을 포함한다. 라돈을 통제하기 위한 적극적인 조치를 취함으로써 균인들을 위한 통합적인 건강한 실내 공기 질과 실내 환경을 유지할 수 있다.
- 궁극적 요소: 라돈 노출은 일반적으로 즉각적인 건강 문제를 일으키지 않지만 대신 노출이 지속된 수 년에서 수십 년 후에 나타날 수 있다. 오늘날 라돈 배출을 통제하는 조치를 취함으로써 균인들과 그 가족들의 미래 건강 문제를 예방할 수 있다.

2.2 라돈 측정 기계의 비교

2.2.1 북미에서 활용되는 보급용 측정기

미국·캐나다 등 북미 국가에서는 미국이나 유럽에서 개발되고 판매되고 있는 거의 모든 제품을 손쉽게 구매하거나 대여할 수 있고 일반인이 실제로 라돈 측정기를 사용하여 라돈을 측정한다. 라돈 저감을 위한 관리로서 일반 사용자/거주자가 라돈 농도를 주기적으로 측정할 것을 정부 차원에서 권고하고 있으며 관련 가이드/홍보자료도 쉽게 찾아볼 수 있다.

북미에서 활용되는 대표적인 라돈 측정기는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- Radtrack 3: ‘라드트랙3’은 수동형 장기 측정(long-term) 타입의 장치이며, 미국·캐나다 정부의 라돈 공식 사이트에서 구매 링크를 제공하여 사용자에게 권하고 있는 유일한 제품이다. 이 장비는 알파트랙을 이용한 라돈 검출기 타입이며, 검출기의 범위는 넓으므로 3개월간 약 최저 15 Bq/m³에서 최고 15,000 Bq/m³까지의 라돈 수치를 측정할 수 있다. ‘확산 방식’에 의해 라돈 가스가 들어갈 수 있도록 하는 특수 정전기 방지 플라스틱 포트 안에 있는 필름지로 측정하며 분석은 해당 기관으로 측정기를 보낸 후 이미지 스캐너를 사용하여 분석 후 다시 사용자에게 결과를 보내주는 방식으로 측정이 진행된다. US

\$35.00 정도에 판매되고 있다.

- Airthings Corentium Home: ‘코렌티늄-홈’은 전자식 소형 기계로 휴대가 가능하고 보편적으로 유통되고 있는 기계이다. 아래에 다룰 스마트 IOT형 기기보다는 조금 더 아날로그적인 기계라고 할 수 있지만, 전자식이며 관리나 휴대가 편리하고 작동이 쉬워 보편적으로 많이 사용되고 있는 편이다. 라돈 채취 방식은 ‘수동 확산 챔버(passive diffusion chamber)’이며, 감지 방식은 ‘알파 분광광도법(alpha spectrometry)’이다. 0 pCi/L - 500 pCi/L 부터 0 Bq/m³ - 9999 Bq/m³ 까지 측정이 가능하며 US \$120.00 선의 가격대에서 판매되고 있다.
- Airthings Wave Radon Detector: ‘에어씽즈 웨이브 라돈 측정기’는 가장 최신형의 기계로 소비자가 가장 손쉽게 구입할 수 있으며(아마존 캐나다, 홈디포 등) 전자식 측정기이기 때문에 소비자가 조금 더 편리하게 이용할 수 있다. 라돈 채취 방식은 역시 수동형 확산 챔버 방식이며 감지 방식도 알파 분광광도법이다. 섭씨 4 °C - 40 °C 내에서 측정할 수 있고 습도는 <85 %를 넘지 않아야 한다. 최저 0 pCi/L - 500 pCi/L에서 최대 0 Bp/m³ - 20,000 Bp/m³의 라돈 수치까지 측정할 수 있다. US \$200.00의 가격대를 형성하고 있다.

Table 1. 북미의 대표적 라돈 측정기

측정기	측정 방식	가격대	이미지
Radtrack 3	알파 트랙	\$35.00	
Airthings Corentium	확산 챔버	\$120.00	
Airthings Wave Radon Detector	확산 챔버	\$200.00	

2.2.2 대한민국에서 활용되는 보급용 측정기

- 알파 트랙: ‘알파 트랙’은 앞서 언급한 북미의 보급용 수동/장기 라돈 측정기 ‘Radtrack 3’와 같은 원리를 가진 제품으로, 국내 제조사 알엔테크(www.rn-tech.com)에서 제조/판매하고 있으며, 15,000원 정도에 판매되고 있다.
- 큐세이프 방사능 측정기: ‘큐세이프’의 경우 조금 전문지식이 있는 일반인을 비롯하여 건축 시공자들 사이에서 유명하고 많이 구매되는 제품이다. 상기에 언급한 캐나다에서 많이 보급되어 있는 ‘코렌티늄-홈’과 같은 방식의 기계이며, 판매 페이지에 제품의 기본 정보와 내장된 부품 사양을 모두 제공하고 있다. 한국에서 상용화된 ‘GM Tube’나 반도체 센서와는 달리 섬광 센서 방식을 사용하여 높은 감도와 신뢰성을 갖추고 있는 기계이다. 또한, 측정값의 표시 기능 및 자체 분석 방식을 구현하여 사용자가 매뉴얼을 확인하며 라돈양을 직접 빠르게 측정 및 확인할 수 있는 장점이 있다. 200,000원 정도의 가격을 형성하고 있다.
- 라돈 아이: 한국 정부 기관에서 대여해주는 보급형 실내 라돈 측정기는 ‘라돈 아이’가 대표적이다. ‘라돈 아이’는 전자타입의 기계로 ‘펄스 이온 챔버(pulse ion chamber)’ 방식의 라돈 측정 방

식을 이용하는 장비이다. 환경부 성능인증 1등급을 획득하였으며, 제품 설명에 따르면 측정 후 대기시간 10분 후에 첫 번째 측정값이 표시되고, 약 60분 이내 정확한 라돈 농도가 측정된다. 측정값은 10분 간격으로 60분 동안 균등하게 표시되며, 측정 감도는 0.5 cpm/pCi/L, 적정 온도 범위는 10 ℃ - 40 ℃, 상대습도는 80 %, 측정 범위는 0.2 pCi/L - 99.9pCi/L(3,700 Bq/m³)이다. 200,000원 정도 가격대를 형성하고 있다.

2.3 라돈 측정에 대한 주요 지침 비교

2.3.1 라돈 측정 기간에 대한 권고

라돈의 농도는 기후나 환경, 특히 온습도와 관련하여 라돈 측정에 많은 영향을 끼친다. 온도가 높아지면 가스 분자의 운동이 활발해지고 분자 사이의 충돌이 증가한다. 이는 라돈 가스의 압력을 증가시켜 측정 결과에 영향을 준다. 습도 역시 중요한 변수로 작용하는데, 공기 중의 수증기는 라돈 가스와 상호작용이 크며 습도가 높은 환경에서 라돈은 결과치가 비교적 낮게 도출된다. 라돈 측정에 대한 캐나다 정부의 지침을 살펴보면 다음의 두 가지 범주에 따라 자세한 설명을 제공하고 있다.

- 장기 측정: 라돈 수치는 측정 시간, 그리고 측정 기간에 따라 크게 달라진다. 라돈 농도의 수치는 하루에도 2~3배 범위에서 변화하는 경우가 매우 흔하고 문을 열어 환기만 시켜도 바로 농도가 떨어진다. 또한 지역 및 계절에 따라 더 차이가 발생하므로, “라돈 농도측정에 있어 ‘장기 측정’은 논란의 여지 없이 필수불가결적으로 갖춰져야 하는 첫 번째 요건이다”[4]. 캐나다의 모든 지침서에서는 장기 측정을 권하고 있다. 장기 측정 기간은 3개월에서 12개월이며 보통 밀폐된 겨울철에 라돈 수치가 더 높게 측정이 되는 편이다. 이러한 형태의 장기 측정 과정에서는 측정 장치를 장착한 후 사용자가 따로 일상 행태에서 변화를 주면서 측정하지 말아야 한다고도 명시되어 있다.
- 단기 측정: 한국의 공기청정기 판매 업체나 다양한 기관들에서 단기 측정 서비스를 활발히 하고

Table 2. 한국의 대표적 라돈 측정기

측정기	측정 방식	가격대	이미지
α-track	알파 트랙	\$35.00	
q-safe	확산 챔버	\$120.00	
Radon Eye	확산 챔버	\$200.00	

있지만, 미국과 캐나다에서는 “단기 측정은 초기 필요성을 평가할 목적으로는 허용되지 않는다 [4].”라고 명시하고 있다. 라돈 농도는 시간과 시기에 따라 다르므로 같은 장소에서 단기 측정 결과는 추적 관찰의 용도로 활용하는 것이 좋으며 그 외의 측정은 신뢰할 수 없다고 말한다. 드문 경우 라돈 농도의 신속한 측정이 필요할 수도 있고(예: 특정 라돈 저감 활동이 효과가 있는지에 대한 신속 확인 및 진단 등) 이러한 상황에서는 2-7일 정도의 초기 단기 측정이 적절할 수 있다. 그리고 초기 측정을 단기로 진행했다 하더라도 “모든 단기 테스트는 반드시 장기 측정으로 추적해야만 한다[4]”고 규정하고 있다.

한국에선 현재 일반 가정에서의 라돈 측정에 대해 단기 측정과 장기 측정의 차이점이나 각각의 필요성을 다룬 전문적인 보고 자료는 따로 없으며, 공기청정기 및 관련 기업에서 마케팅 목적으로 라돈의 단기 측정을 해주는 경우가 많다. 장기 측정은 공기청정기 시스템에 라돈 농도 측정기가 함께 내장되어 있을 때 서비스의 일환으로 시행된다. 이 시스템에서 해당 측정 데이터는 공기청정기 업체의 데이터 센터로 전송되고, 분석 결과가 다시 고객에게 전달된다. 하지만 이 과정에서 일반인은 장기 측정과 단기 측정의 필요성과 차이점을 정확히 인식하기보다는 단기 측정을 ‘일회적 형태의 서비스’, 장기 측정을 ‘지속적인 업체의 케어’ 정도로 인식하게 되며, 실제 장기 측정이 필요한 이유에 대한 정보는 부족한 상황이다.

2.3.2 라돈 측정 환경에 대한 비교

라돈의 발생은 지역마다 상이할 수 있으며, 토양 조성, 지질학적 특성, 지하수의 동태 등 다양한 요인의 영향을 받는다. 국립환경과학원에서 생성한 라돈 지도와 같이(Figs. 2-3 참조) 특정 지역에서의 라돈 농도를 정확히 평가하려면 그 지역에 맞는 측정이 필요하다. 따라서 군부대가 위치한 구체적인 지역에 대한 라돈 농도의 파악과 저감 활동을 위해서는 정확하고 철저한 측정 기준과 측정 방법이 선행되어야 하며 그에 따라 라돈 저감 활동이 수행되어야 할 것이다. 그리하여 군부대 내에서의 라돈 노출 위험을 평가하고 필요한 방사능 관리와 안전 조치들을 취할 수 있을 것이다.

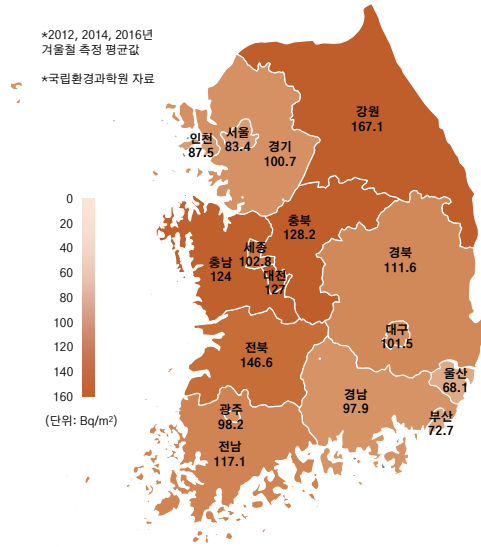


Fig. 2. 전국 라돈 지도[9]

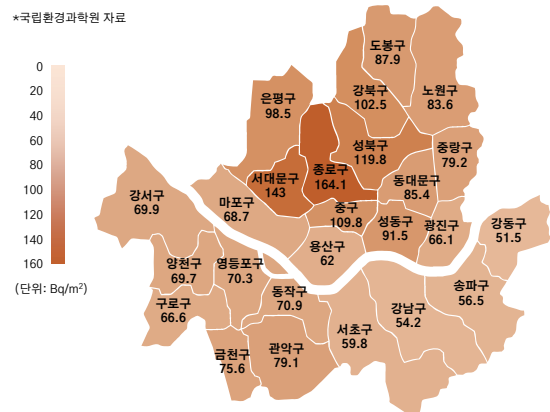


Fig. 3. 서울 자치구별 주택 라돈 농도[10]

2.3.1 미국과 캐나다 지침

캐나다에서는 라돈 측정 시기 및 측정 환경에 대한 지침들을 정확하고 자세하게 여러 가이드라인을 통해 정립해 놓고 정보를 공유하고 있다. 항목별로 살펴보면 다음과 같다.

- 측정 시기: 캐나다 보건부는 모든 주택 소유자들이나 공공기관 관리자들이 최소 3개월 동안 적어도 하나의 ‘장기 검출기’를 설치하여 라돈 농도를 검사할 것을 권장한다. 테스트 기간은 실내 라돈 수치가 가장 높을 때가 이상적이며 캐나다에서는 주택 사용자들이 창문을 가장 오랜 시간 닫아 두는 기간인 10월부터 4월까지의 난방 기간 라돈 수치가 제일 높을 것이라고 명시한다. “이

시기가 토양에서부터 가장 많은 라돈 가스를 끌어올리는 경향이 있는 열스택 효과(공기의 부력으로 인한 기류 상승)가 가장 강한 시기이기도 하기 때문이다.[4]”

- 측정 위치: 시설의 거주자에게 라돈 피폭에 대한 현실적인 추적장치를 제공하기 위해 모든 측정은 주택/사택 및 부설시설의 높이 상 최저 거주 공간, 즉 집 안에서 가장 낮은 곳으로 땅과 가장 가깝거나 지하층, 그리고 정상 거주 구역(화장실이나 현관 등 머무는 시간이 짧은 장소는 제외) 하며, 사람이 4시간 이상 머무는 공간으로 제한)에서 수행되어야 한다고 명시하고 있다. 지침서에서는 측정 기간동안 기계가 방해받지 않는 것 역시 중요하다고 명시되어 있으며 최적의 위치는 검출기 주변의 정상적인 공기 흐름의 허용을 위해 ‘바닥에서부터 0.8 m - 2 m, 천장에서는 최소 50 cm, 기타 물체로부터는 20 cm의 허용 공간을 두어야 한다[4]고 명시한다.
- 측정 환경: 캐나다 정부의 가이드라인에서는 측정 장치들이 외풍이나 습기, 온도, 강한 빛, 감마선, 혹은 토론 등에 영향을 쉽게 받을 수 있으므로 이에 대한 철저한 관리에 대해 경고하고 있다. 이러한 측정 불확실성은 계절별 라돈 변동이 강한 지역들에서 흔히 관찰되고 있다고 기술되어 있으며, 특히 온습도나 실내 환기에 극단적인 농도 수치 변화를 일으키는 라돈의 특성상 세세한 환경적, 시기적 규정들이 명확하고 세세하게 정립된 상황이다.

2.3.2 한국 지침

한국 지자체 및 관련 기관이나 환경부 등에서 배포하는 자료에는 아직 측정 지역이나 환경에 대한 심층적인 분석이나 연구, 그에 상응하는 측정 방식에 대한 지침에 대해 정확하고 완전한 정보가 부족한 상황이다. ‘한국실내라돈저감협회’ 홈페이지(<http://www.airm.or.kr>)에 간단하게 나온 자료가 전부인 실정이며 사용자는 대부분 정보를 ‘라돈아이’ 판매처의 판매 상세 페이지에서 광고하는 내용으로 파악할 수밖에 없는 것이 현실이다. 2019년 11월 환경부 환경 보건정책과, 국토교통부 주택건설공급과, 원자력안전위원회 생활 방사선 안전과에서 작성 및 배부한 ‘건축자재에서의 라돈

저감 및 관리 지침서’의 4페이지에 기술되어 있는 ‘실내공기 중 라돈 측정 시의 주의사항’이 측정에 대한 공식적 자료/설명의 전부라고 할 수 있으며, 이 자료에서 실제 측정 방식에 대한 가이드는 다음의 한 문장으로 정리한 것이 전부이다. “실내공기 중 라돈 농도를 정확하게 측정하기 위해서는 건축자재, 벽, 바닥, 천장 등으로부터 50 cm 이상 떨어뜨려 측정하는 것이 바람직하다[1].”

3. 비교 분석 및 문제점에 대한 고찰

3.1. 국내 유통 라돈 측정기 인증 미비 및 사양 정보 공유 부족

라돈 측정 장치 내에 장착되는 센서는 반드시 인증된 센서를 사용해야 한다. 한국에서 제작 및 보급되는 라돈 측정기의 센서 인증은 국제 기준에 따라 진행되고 있으며 EPA(U.S. Environmental Protection Agency)의 ‘Radon Measurement Proficiency Program’과 국제 표준기구(ISO, International Organization for Standardization)의 “ISO 17025” 인증을 바탕으로 하고 있다. EPA의 라돈 측정 프로그램은 라돈 측정기의 센서와 전체 시스템의 정확도와 신뢰성을 평가하는 프로그램이며 ISO 17025 인증은 라돈 측정기의 센서가 해당 인증이 정한 정확성과 신뢰성을 충족하는지 확인하는 후속 프로세스이다. 미국과 캐나다에서 상용 및 보급되는 라돈 측정기들은 대부분 위의 인증을 거친 센서를 사용하고 있으며, 해당 기계의 측정 방식과 센서에 대한 사양, 그리고 기타 여러 정보들을 명확하게 명시하고 있다.

한국에서는 국내기술인증원, 국가측정표준시험원, 한국환경공단 등에서 라돈 측정기의 센서 인증을 시행하고 있으며 이들 기관에서 인증받은 측정기는 국내에서 공식적으로 사용할 수 있다. 하지만 어떤 기계가 어떤 센서를 사용하며 그 센서가 어떤 기관의 인증을 받았는지에 대한 정보는 미비하다. 해당 기관들의 인증을 통과한 센서를 장착한 측정기에 대한 정확한 실태조사는 이뤄지지 않은 상태이며, 이를 토대로 한 완전한 보고서와 자료가 없으므로 따라서 성능이 인정된 라돈 측정기에 대한 파악과 비교가 어려운 실정이다. 이는 정확한 라돈 측정을 처음부터 불가능하게 만드는 원인으로 국가적 차원에서 해결이 필요한 사안이다.

3.2. 측정 환경 및 측정 방법에 대한 종합적이며 정확하고 자세한 가이드라인의 부재

미국과 캐나다에서는 현재 중앙정부, 주 정부, 여러 공공기관과 단체, 부동산 업계 등에서 라돈의 위험성과 실태 파악에 대한 자료 구비는 물론 라돈 측정 기준과 측정 방법을 명확하게 제시하며 알리고 있다. 하지만 한국은 2018년 환경부에서 제공한 ‘라돈 및 라돈 자연 방출물질 조사 및 대책 수립 가이드’와 2019년 환경부 및 관계부처 합동으로 발표된 ‘건축자재 라돈 저감/관리 지침서’ 그리고 2020년에 환경부와 국립환경과학원에서 발표한 ‘라돈저감, 이렇게 하세요!’가 공식 자료의 전부라 할 수 있다. 또한 이 역시 라돈 측정에 관해서는 한 페이지 정도 분량의 간단한 내용이 전부이며 WHO(World Health Organization)의 라돈 측정 가이드라인에 명시된 내용을 매우 간략하게 요점 정리한 것이다. 이는 한국의 현실이나 상황에 바로 적용할 수 없을 정도로 간략하고 측정 환경도 많이 다르기 때문에 효율적이지 않다. 더불어 한국 현실에 맞는 정확한 측정 시기와 시간, 위치, 그리고 방법(진행 프로세스를 단계별로 제시한 지침)에 대한 기준을 아직 제시하지는 못하였다.

4. 결론

일반 가정은 물론, 공공기관, 그 중에서도 특히 산지에 있으며 다중이 매우 오랜 시간 훈련받고 생활하는 군부대 시설의 라돈 노출 위험성에 대한 무지는 심각하다. 이러한 위험성을 전파함과 함께 국가와 기업에서는 라돈 문제에 제대로 된 연구와 준비를 해야만 한다.

미국과 캐나다는 평균적으로 실내 라돈의 양에 대한 데이터가 이미 구축되어 있다. 유럽의 다른 선진국들 역시 방대한 데이터와 그에 대한 지침서들이 잘 마련되어 있음은 물론이다. 한국도 이제 라돈의 유해성에 대해 널리 알리기 위해 규정과 지침서들을 배포하여야 한다. 하지만 그에 앞서 기본적으로 라돈 측정이 제대로 되고 있는지 여부가 가장 큰 문제이며 앞으로 해결해야 할 과제이다. 제대로 된 측정과 보고, 데이터 분석과 저장·정리를 구현할 뿐만 아니라, 이를 위해서 공식 인증 장비의 사용 여부와 측정 방법의 정확성 등을 반드시 확인하여야 한다. 더불어 단순히 홍보 및 판매 증가 용도로 작성된 제품설명서의 정보 이상으로 공공기관과

일반 가정이 활용할 수 있는 라돈 측정 가이드라인이 만들어져야 한다. 제대로 측정된 측정값이 먼저 있어야 그 후에 저감을 논할 수 있다.

후기

미국 국방부(Department of Defense, DoD)의 감사청(Office of Inspector General, OIG)이 최근 발표한 보고서에 따르면 정부 소유 및 운영 주택에 거주하는 미 군인 및 그들의 가족들은 위험한 농도에 암 유발성 방사성 라돈 가스에 노출될 위험이 있다. “만약 DOD와 군 단위가 정부 소유 및 운영의 군사 주택에서 건강 및 안전 위험을 식별하고 완화하거나 최소화하며 모니터링하고 공개하며 감독하는 정책과 절차를 개선하지 않으면 DoD와 군 단위는 군인 및 그들의 가족들의 건강과 안전을 계속해서 위험에 빠뜨릴 수 있다[7]”는 것이 보고서의 결론이다. 미국과 캐나다는 현재 라돈에 대해서 군사 주택 및 군부대 시설에 대한 라돈 및 기타 방사능 물질에 대한 연구와 저감활동을 활발히 벌이고 있다.

본인은 라돈에 대한 관심으로 2018년부터 꾸준히 공부 및 연구를 지속해왔고, 일반주택은 물론 군부대 라돈 시공까지 참여해왔다. 이 논문을 초석으로 더 확장하여, 라돈 측정에 관한 정확하고 완벽한 기준을 구축하고 싶고, 정확한 측정과 분석을 바탕으로 라돈 저감에 앞장서고 싶다.

참고문헌

- [1] Ministry of Environment, “Radon Reduction Guideline on Architectural Materials”, Nov. 2011.
- [2] Jin, Young-wha, “Study on Radon Reduction by Ventilation Types in Apartment” General Graduate School of Seokyeong University, Feb. 2021.
- [3] Stanley, F.K.T., Irvine, J.L., Jacques, W.R. et al. “Radon Exposure is Rising Steadily within the Modern North American Residential Environment, and is Increasingly Uniform Across Season.” Sci Rep 9, 18472, Dec. 2019.
- [4] Government of Canada, “Guide for Radon Measurements in Residential Dwellings (Homes)”, Health Canada, May 2017.
- [5] National Institute of Environmental Science (<https://www.nier.go.kr/NIER/index.do>) Aug. 2023.
- [6] National Institute of Environmental Science (<https://www.nier.go.kr/NIER/index.do>) Aug. 2023
- [7] Office of Inspector General, “EPA Does Not Provide

Oversight of Radon Testing Accuracy and Reliability“
May 2009.

[8] Evict Radon, “Canadians are amongst the most Radon Exposed People in the World,” 2023

(<https://evictradon.org/radon/radon-in-canada>).

[9] 국립환경과학원, 전국 라돈 지도, 2018

(https://iaqinfo.nier.go.kr/leinfo/radon_map.do).

[10] 국립환경과학원, 서울 자치구별 주택 라돈 농도, 2018.

(https://iaqinfo.nier.go.kr/leinfo/radon_map.do)