

산재예방 연구브리프

OSH Research Brief

2020년 제20호

발행일 2020년 11월 18일
발행인 고재철
주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400
산업안전보건연구원
자료문의 연구기획부 052-703-0813
발간번호 2020-산업안전보건연구원-774

제20호

사업장의 라돈 노출 저감 방안 연구

2018년 라돈 침대 파문 이후 라돈의 건강영향에 대한 사회적 우려 확산과 함께, 소비자뿐만 아니라 작업자에 대한 건강문제가 제기되었다. 이에 따라 작업장의 라돈 노출기준이 600 Bq/m^3 으로 신설되었고 작업장 라돈관리 가이드가 마련되었다. 그러나 현재 산업안전보건법에 「방사선에 의한 건강장해 예방」 규정이 있지만 ‘라돈’에 대해서는 적용규정이 없다. 지하철 등 지하공간의 비의도적 라돈발생지역과 모나자이트 등과 같은 라돈발생 원료물질 취급지역에 대한 구분 적용 및 평가방법 등이 필요한 실정이다.

이에 따라 라돈 노출기준을 초과하는 사업장과 위험요인에 노출된 근로자 파악 및 저감대책과 제도개선 마련을 위해 필요한 사항에 대해 연구하였다.

보고서 제목 라돈 노출 근로자 건강장해 예방을 위한 정책 연구(2019)

연구책임자 을지대학교 보건환경안전학과 서성철 교수

연구담당자 산업안전보건연구원 정은교 선임연구위원

I. 서론

2018년 시중에서 판매되는 침대 일부에서 1급 발암물질인 라돈이 기준치 이상 검출되었다는 보도 이후 라돈의 건강영향에 대한 관심이 높아지고 있다. 라돈은 무색의 비활성 기체이자 방사성 원소로서 암을 유발할 수 있는 알파선을 방출하며 기체 형태로 존재해 호흡기를 통해 노출될 위험성이 있다. 소비자들은 제품을 통해 라돈에 노출되지만 노동자들은 원료를 통해 라돈에 노출될 수 있다. 라돈 침대 사태의 원료물질인 모나자이트(Monazite)에는 우라늄과 토륨 등의 방사능 물질이 함유되어 있으며 폐로 흡입되어 폐암의 원인이 될 수 있다는 점에서 라돈 원료물질 취급, 보관, 유통 근로자의 건강영향에 대한 연구와 보호대책 마련이 요구되고 있다.

라돈에 대한 직업적 노출과 건강영향에 대한 국내외 연구 결과로는 지하에서 일하는 광부들의 라돈 노출과 폐암 위험성 증가와 관련한 연구가 있으며, 최근에는 사무공간 등에서의 라돈 노출 연구도 이뤄지고 있다. 이러한 연구결과들에 근거하여 일부 국가들에서 작업자에 대한 라돈 관리 정책이 이루어지고 있다. 우리나라는 2018년 3월 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서 권고하는 참조준위 등을 참고하여 작업장에 대한 라돈의 노출기준을 연간 평균 $600\text{Bq}/\text{m}^3$ 로 설정하고 있다.

현재 우리나라의 라돈 노출관리 중 실내 노출관리는 다중이용시설(실내공기질관리법) 및 학교(학교보건법)에서의 라돈 관리 기준이 정립되어 있고, 원자력위원회와 고용노동부에서 라돈이 발생하는

사업장 내의 근로자를 위한 관리기준을 마련하기 위한 노력이 진행 중이다. 최근 원자력안전위원회에서는 생활주변방사선 안전관리법과 시행령을 개정하여 2019년 7월부터 시행 중으로 생활주변방사선(지각방사선 포함) 뿐만 아니라 원료물질로 사용되는 방사선을 취급하는 취급자에 대한 안전조치 사항이 포함되어 있다.

2019년 2월 고용노동부와 안전보건공단은 작업장 라돈관리 가이드를 통해 라돈 농도의 측정과 관리계획 수립, 라돈 농도 수준에 따른 관리방안 정보를 제공하고 있지만, 라돈발생 원료물질 취급, 보관, 유통근로자에 대한 구체적인 건강보호 방안, 작업환경 관리방안 등은 제시되어 있지 않아 한계가 있다. 따라서 2018년 설정한 라돈의 노출기준에 따라 노출기준 초과 사업장과 근로자를 파악해 저감대책을 마련할 수 있는 방안이 필요하다. 본 연구는 라돈노출 사업장의 작업환경측정 결과를 토대로 생활주변방사선 안전관리법과 산업안전보건법을 비교분석하여 라돈 노출 근로자 건강장해 예방을 위한 관리방안을 연구하였다. 특히 제도개선에 따른 비용편익 분석을 통해 사업장 내 라돈노출 관리의 경제성을 확인하고자 하였다.

II. 연구내용

1. 라돈의 위험요인 평가

본 연구에서는 라돈 노출 사업장을 구분함에 있어 라돈 방출 원료 등을 취급하는 의도적 노출 사업장과 원료 등을 취급하지는 않지만 자연 발생 라돈에 의하여 영향을 받을 수 있는 비의도적 노출 사업장으로 구분하였다. 모나자이트를 제외한 원

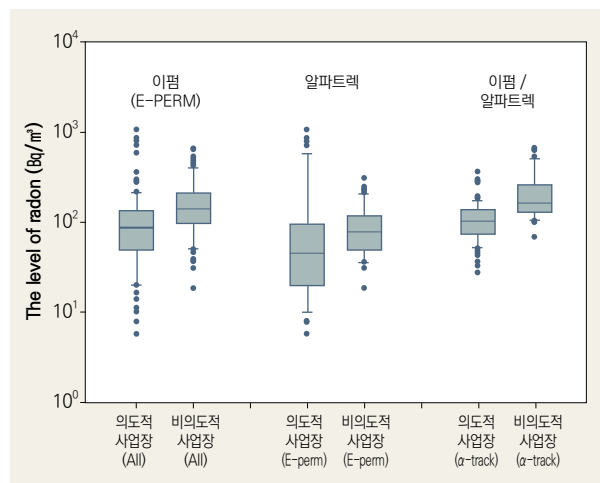
[표] 의도적 노출사업장과 비의도적 노출사업장에 대한 측정기기별 라돈농도 차이 및 측정결과

구분	이퍼(E-PERM) (단기측정기)		알파트랙 (장기측정기)		이퍼&알파트랙	
	의도적 사업장	비의도적 사업장	의도적 사업장	비의도적 사업장	의도적 사업장	비의도적 사업장
시료수	49	40	102	74	151	114
AM±SD	138.4±239.7	94.8±64.9	114.2±62.5	225.6±144.6	122.0±146.4	179.7±137.5
GM(GSD)	53.6(3.8)	77.9(1.9)	100.9(1.6)	192.5(1.7)	82.2(2.5)	140.1(2.0)
Median	45.5	78.6	103.5	162.0	93.6	144.0
Min	5.7	18.2	28.0	68.0	5.7	18.2
Max	1,066.3	308.7	366.0	650.0	1,066.3	650.0
Student <i>t</i> -test (unpaired)	<i>P</i> = 0.268		<i>P</i> < 0.001		<i>P</i> = 0.001	

료물질 및 공정부산물 사업장 66개소 중 10개소 (의도적 노출 사업장)를 방문하여 측정한 결과, 151개 측정점에서 수행한 측정결과와 산술평균은 122.0 Bq/m³, 기하평균은 82.2 Bq/m³ 이었다. 자연 방사성물질의 노출이 우려되는 비의도적 노출 사업장 11개소를 선정하여 의도적 노출 사업장과 동일한 방법으로 측정을 수행, 총 114개 시료의 산술 평균은 179.7 Bq/m³, 기하평균은 140.1 Bq/m³ 이었다.

물질 보관 창고에서 높은 라돈 노출농도를 나타내었고, 절단, 섬유포집, 성형, 소성 등의 공정에서 높은 노출농도를 나타냈다. 이러한 장소 및 공정에 대한 관리가 필요하다고 볼 수 있다. 비의도적 사업장의 평균농도는 오히려 의도적 노출 사업장보다 높게 나타났는데, 이는 작업 및 환경조건의 차이를 비롯해 다양한 요인들이 함께 작용한 것으로 판단할 수 있다.

[그림] 의도적 노출 사업장과 비의도적 노출 사업장의 측정기기 별 라돈농도 분포도



의도적 노출사업장의 경우 대부분 사업장의 원료

2. 라돈 노출 관련 법규 검토

라돈과 관련한 생활주변방사선안전관리법(생방법)과 산업안전보건법(산안법)을 비교 검토한 결과, 라돈을 직접 취급하거나 원재료에 포함되어 노출되는 근로자는 생방법으로 보호될 수 있다. 생방법 상 라돈을 원재료로 하는 작업장에 대한 안전조치, 측정, 건강진단 등을 시행하게 되어 있으며, 이를 원자력안전위원회에서 주기적으로 검사하게 되어 있기 때문이다. 자연적으로 발생하는 라돈에 노출되는 근로자에 대해서 생방법과 산안법 모두 구체적인 안전관리 방안이 마련되어 있지 않아, 산안법 상의 관리규정이 필요할 것으로 전망된다. 의도

적 노출 사업장의 경우, 생방법에서 정하고 있는 바에 따라 측정 및 평가, 종합계획서 작성 등을 실시하도록 하고 있으나 측정방법, 건강검진 등에 대한 규정은 산업법을 통한 보완이 필요할 것으로 보인다.

3. 제도개선 및 비용편익 분석

라돈노출 사업장에 대한 저감대책 및 관리방안 도입시 발생하는 비용편익 분석을 실시하여 경제성을 평가하였다. 라돈 농도수준별로 100 Bq/m³는 관심, 300 Bq/m³ 초과는 주의, 600 Bq/m³ 초과는 위험 단계로 구분했을 때, 사업장 면적 당 라돈 측정 횟수 및 근로자 수에 따른 유입원 차단 및 국소배기장치 도입, 교육비 및 방진마스크 사용 등에 대한 비용과 폐암으로 인한 비용 등을 편익으로 추정하여 계산하였다. 향후 10년 간 비용편익분석을 실시한 결과, 편익-비용비는 최소 1.12에서 최대 2.02로 편익이 더 높게 나타났다. 라돈노출 저감

제도개선으로 예상되는 효과는 긍정적인 것으로 기대된다.

III. 정책제언

라돈을 직접 취급하진 않지만, 라돈에 노출 가능성이 있는 비의도적 라돈 노출작업장의 경우 정기적인 라돈 농도의 측정을 통한 작업장 관리가 필요하며, 이는 산업안전보건법 제42조의 작업환경측정 제도가 아닌 산업안전보건기준에 관한 규칙의 방사선으로 인한 건강장해 예방 내의 규정으로서 사업주가 라돈 노출 작업장의 라돈 농도 수준을 파악하고 라돈 농도에 따른 정기적인 측정을 실시할 필요가 있다. 이를 통하여 근로자의 라돈 노출을 최소화 할 수 있도록 관련 규정을 개정할 것을 제안하며 향후 작업자 라돈 노출에 대한 정기적 모니터링 방법과 주체, 주기 등에 대한 논의도 필요하다.