

 고용노동부

산업재해예방
안전보건공단



라돈으로부터 근로자 건강보호를 위한 가이드



“라돈(Radon)으로부터
안전한 작업환경 조성”





차례
CONTENTS

I	라돈이란?	02
II	라돈의 유해성	03
III	라돈의 유입 및 노출경로	04
IV	라돈의 직업적 노출	05
V	라돈 관리기준	06
VI	작업장 라돈 관리	08

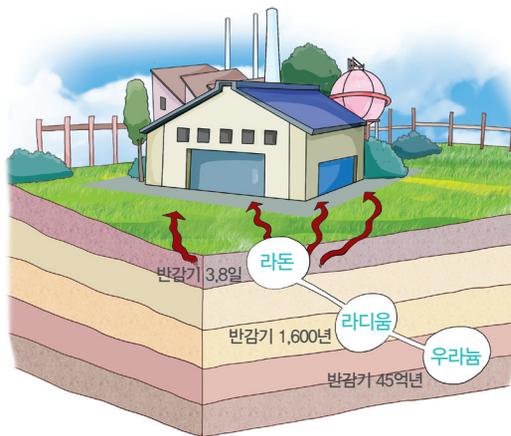


I

라돈이란?

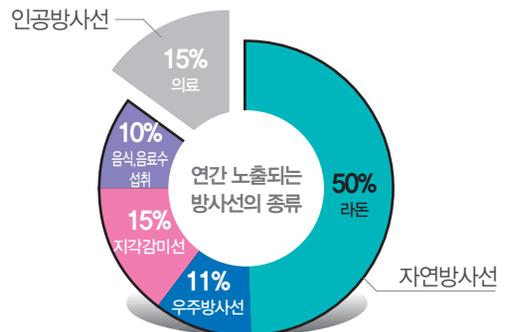
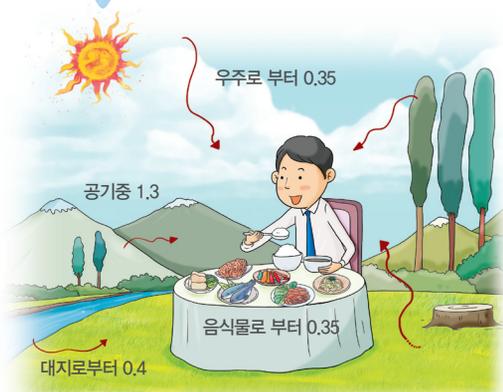
“라돈”은 지각의 우라늄과 토륨으로부터 몇 단계의 방사성 붕괴를 거쳐 자연적으로 생성되는 무색, 무미, 무취의 가스상 물질입니다.

라돈은 지하수, 암석, 토양 뿐만 아니라 이들을 재료로 하는 건축자재 등에 포함되어 있다가 공기중으로 방출되며 이렇게 방출된 라돈은 건물바닥, 벽 등의 갈라진 틈을 통해 실내로 유입됩니다.



* 반감기: 방사성 물질이 원래 개수의 반으로 줄어드는데 걸리는 시간

라돈은 일반인들이 연간 노출되는 방사선의 50%가 라돈에 의한 것으로 알려져 있을만큼 일상생활 다양한 공간에서 노출될 수 있습니다.



II 라돈의 유해성

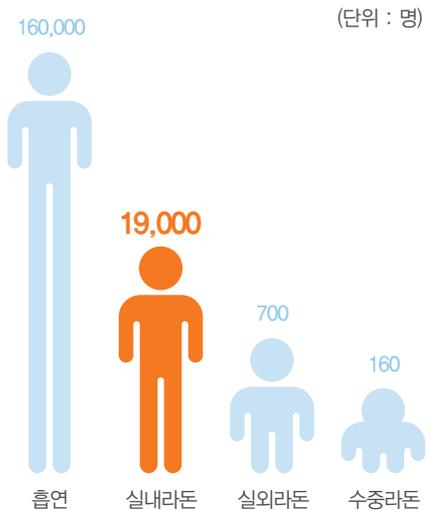
호흡기를 통해 폐로 유입되며 체내로 들어온 라돈과 그 자핵종(라돈자손)*은 방사성 붕괴를 일으키면서 이들이 방출하는 알파선에 의하여 폐조직이 손상되며 심할 경우 폐암을 일으킵니다.

* 라돈 자핵종(라돈자손)이란?

라돈이 붕괴하며(반감기 3.82일) 생성된 ²¹⁸Po(폴로늄)로부터 ²⁰⁶Pb(납, 안정원소)에 이르는 연쇄 붕괴과정 중에서 생성되는 방사성 물질

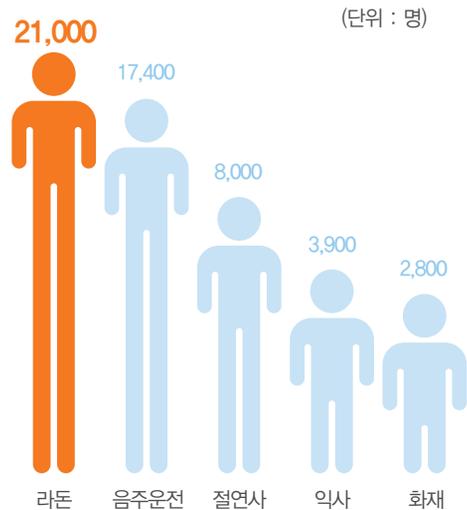
이러한 이유로 세계보건기구(WHO)는 라돈을 흡연 다음으로 폐암의 주요 발병 원인으로 규정하면서 모든 폐암의 3~14%는 라돈에 의한 것으로 보고하고 있습니다.

- 미국 환경보호청(EPA)도 미국에서의 연간 폐암 사망자 중 10% 이상인 약 20,000명 정도가 라돈에 의한 것으로 추정하고 있고, 폐암을 유발시키는 제2의 원인으로 지목하고 있습니다.



| 미국 내 폐암 발병원인별 연간 사망자 수 |

※ 자료 : EPA Assessment of Risk from Radon in Hiames (EPA 402-R-03-003)



| 미국 내 라돈 및 사고에 의한 연간 사망자 수 |

※ 자료 : EPA Assessment of Risk from Radon in Hiames (EPA 402-R-03-003)



III

라돈의 유입 및 노출경로

실내에서의 라돈은 약 90%가 토양이나 건물바닥 또는 벽의 갈라진 틈을 통해 실내로 들어오며 그 밖에 건축자재에 포함되어 있던 라돈 등으로 부터 실내로 유입되게 됩니다.

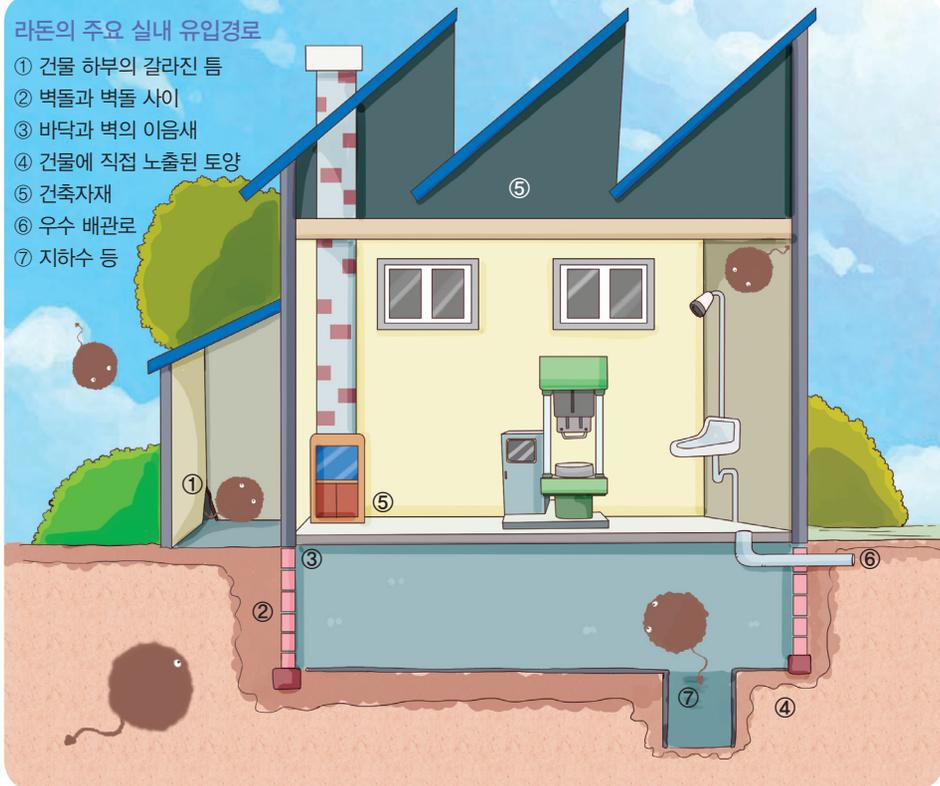
라돈 유입원 : 토양 85~97%, 건축자재 2~5%, 지하수 1%

- 이러한 라돈은 환기가 불충분할 경우 축적되는 경향이 있어 터널, 탄광과 같은 환기가 부족한 지하공간 또는 밀폐공간에 고농도로 축적될 수 있습니다.

실내로 유입된 라돈은 호흡을 통해 체내로 들어오게 되며, 그 밖에 물을 마신다거나 샤워를 하는 경우에도 지하수에 녹아있던 라돈에 노출될 수 있습니다.

라돈의 주요 실내 유입경로

- ① 건물 하부의 갈라진 틈
- ② 벽돌과 벽돌 사이
- ③ 바닥과 벽의 이음새
- ④ 건물에 직접 노출된 토양
- ⑤ 건축자재
- ⑥ 우수 배관로
- ⑦ 지하수 등



IV

라돈의
직업적
노출

근로자는 1년 중 약 2,000시간을 직장에서 보내게 되므로 일상생활에서의 라돈관리 못지 않게 근로자 건강보호 측면에서의 라돈관리도 매우 중요합니다.

밀폐된 공간이나 지하작업공간에서 일하는 근로자들은 높은 수준의 라돈에 노출될 수 있습니다. 그 밖에 석탄, 석유 등 지하에서 추출한 연료나 광물을 다루는 근로자들도 라돈 노출 고위험군으로 분류할 수 있습니다.

라돈 노출
고위험
직업군

굴착, 광산(채굴 및 정련), 지하철 터널보수 작업자, 상하수도전기 터널 내부, 석고보드 등 건축자재 제조, 인산염 비료 공장, 천연가스 및 석유관 설비작업, 원유 정제 공장, 핵폐기물 저장소, 화력발전소, 정수처리장, 온천이나 지하수 처리, 기타 지하공간(벙커, 맨홀 등)



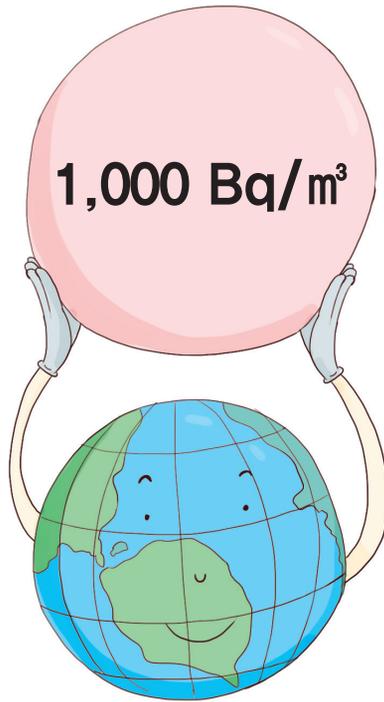


V

라돈 관리기준

국제방사선방호위원회(ICRP, 2007)에서는 직업적 노출기준은 1,000 Bq/m³를 권고하고 있습니다.

미국 산업안전보건청(OSHA)에서는 직업인에 대한 라돈 기준을 25 pCi/L로 정하고 있습니다.



국제방사선방호위원회
(ICRP)



미국산업안전보건청
(OSHA)



라돈의 단위
피코큐리(pCi)
베크렐(Bq)

- 라돈의 단위로는 피코큐리(pCi)와 베크렐(Bq)이 사용되는데, 베크렐은 1초동안 방사선 붕괴가 일어나는 양을 말하며 1pCi/L = 37Bq/m³로 환산됩니다.

우리나라는 실내공기질 기준으로서 다중이용시설(지하역사·지하도상가 등)과 학교시설(지하교실)에 대한 라돈 권고기준을 규정하고 있습니다.

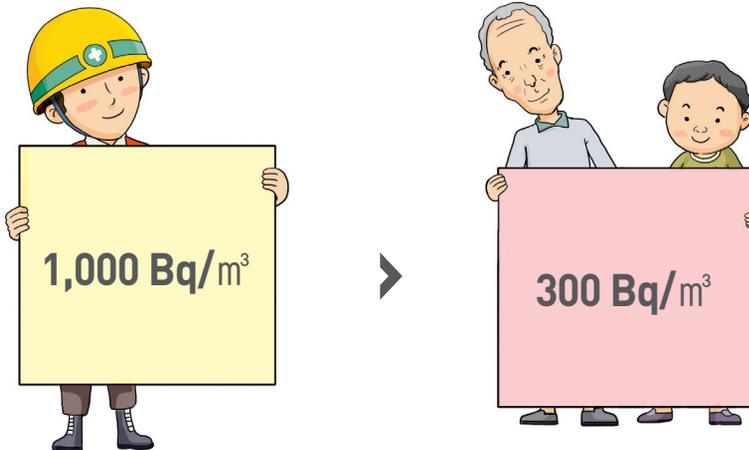


다중이용시설등의
실내공기질 관리법 (환경부)



학교보건법
(교육부)

실내공기질 관리기준을 직업적 노출기준에 비해 상당히 낮은 수준으로 관리하고 있는데 이는 직업적 노출기준은 일반적으로 건강한 성인 근로자를 대상으로 하는 반면 실내공기질 기준은 유소년, 청소년, 노약자 등 다양한 계층을 포함하고 있기 때문입니다.



ICRP 직업인과 일반인의 라돈 관리 기준 비교



VI

작업장 라돈 관리

라돈에 대한 작업환경관리의 기본은 작업장소의 라돈 농도 수준을 조사하는 것입니다. 우리 사업장의 라돈 농도를 확인하고 이에 따른 관리 및 대책방안을 마련하여야 합니다.

01

라돈 농도 측정

실내라돈 농도는 건물의 구조나 환기장치 가동시간에 따라 변동할 뿐 아니라 계절별, 월별, 일별로도 변화를 나타낼 수 있어 연간 라돈농도를 추정하기 위해서는 3개월 이상 측정하여 연간 라돈농도 평균치를 구하는 것이 바람직합니다. 다만, 예비조사 차원이나 라돈 유입원의 파악을 위해서 능동형 장비를 사용하여 라돈 농도실태를 조사할 수 있습니다.

■ 능동형 측정장비



장점 | 현장에서 라돈농도 확인이 가능 측정시간 조정이 유연 측정조건 변화에 대한 추적이 가능함
단점 | 기기의 가격이 고가 정기적인 교정 및 측정수행자의 전문성이 요구

■ 수동형 측정장비



장점 | 가격이 저렴하고, 사용법이 간단한 취급과 사용이 간편
단점 | 측정조건에 대한 정보를 확인할 수 없음 온도·습도·공기의 흐름 등 측정환경에 따른 영향을 받음

02 유입원(발생원) 차단

실내 라돈의 약 90%가 토양으로부터 건물바닥이나 벽의 갈라진 틈을 통해 실내로 들어옵니다.

라돈의
주요 실내
유입경로

건물 하부의 갈라진 틈, 벽돌과 벽돌 사이, 바닥과 벽의 이음새, 건물에 직접 노출된 토양, 지하수, 우수배관로, 건축자재 등

- 따라서 이들 주요 유입원에 대하여 보강재등으로 밀폐, 보강 등을 통해 라돈의 유입을 상당부분 막을 수 있습니다.

유입원(발생원) 차단은 작업장 내 라돈 농도를 낮출 수 있는 효율적이고 근원적인 방법입니다.

- 건물등의 갈라진 틈새만 잘 막아도 농도저감에 큰 효과를 볼 수 있습니다.





03

환기

라돈 농도를 저감하는 가장 효과적이고 손쉬운 방법은 바로 환기입니다.

- 주기적으로 환기를 실시하는 것만으로도 라돈의 위험도를 낮출 수 있습니다.
- 지하공간 등 환기가 불충분한 공간에 대해서는 주기적으로 환기를 실시하여 라돈의 농도를 낮출 수 있습니다.
- 환기 방법에는 다양한 방법이 있으며 작업장 상황에 따라 적용할 수 있습니다.

01 외부공기유입으로 실내 라돈농도 관리

외부의 신선한 공기를 공기유입장치를 통해 내부로 유입하여 실내공기의 압력을 인위적으로 높여 외부의 토양이나 지하의 라돈가스가 실내로 유입되지 못하게 합니다.



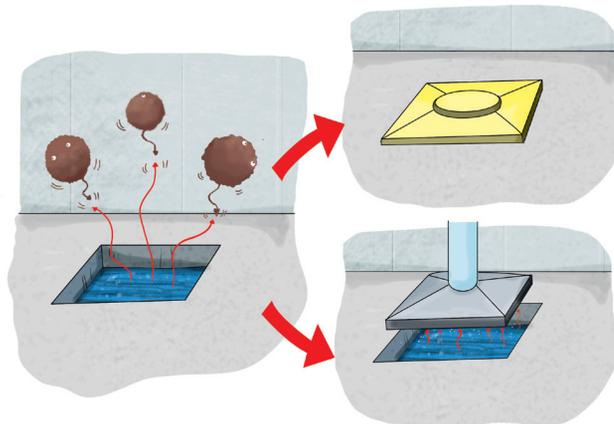
02 실내공기 배출

실내의 라돈 농도가 외부보다 높다면 배기장치를 설치하여 라돈을 배출합니다.



03 국소배기장치 설치

라돈이 발생하는 지점이 한정되어 있고 면적이 작은 경우 해당 부위를 밀폐하거나 국소배기장치를 설치함으로써 라돈이 작업장 내부로 확산되는 것을 막을 수 있습니다.





04

호흡보호구 착용

라돈은 주로 호흡기를 통해 체내로 유입되므로 라돈 농도가 높은 장소에 출입 시에는 호흡보호구를 착용하여야 합니다.

- 라돈은 가스이나, 그 자핵종은 먼지에 부착되어 호흡기로 유입되므로 미세먼지를 걸러낼 수 있는 특급이상의 방진마스크를 착용하는 것이 바람직합니다.



- 다만, 방진마스크는 먼지에 부착된 라돈에 대해서만 효과를 나타내고 일부 가스형태로 존재하는 라돈은 체내로 유입될 수 있으므로 라돈농도가 높은 장소에서는 작업시간을 최소화 할 필요가 있습니다.

05 정보제공

작업장 내 유해·위험요소에 대한 정보제공은 근로자의 알 권리 충족은 물론 안전보건관리에 있어 모두의 동참을 이끄는 중요한 수단입니다.

- 근로자에게 작업장 라돈 정보와 교육을 제공하여야 합니다.

01 라돈농도 측정 결과 게시

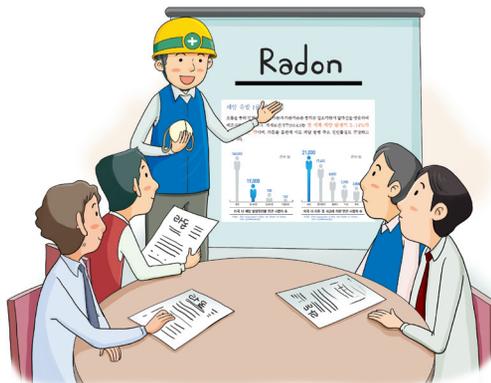
라돈 농도를 정기적으로 측정하고 그 결과를 게시판 등을 통해 근로자에게 전달합니다.

02 라돈 고위험 장소에 대한 경고표시 부착



03 라돈 교육

라돈의 유해성, 관리방법 및 착용해야 할 보호구 등을 교육합니다.





사업주는 라돈에 의한 근로자 건강장해를 예방하기 위하여 작업장 내 라돈 수준을 평가하고 그 결과에 따라 환기, 밀폐, 보호구 착용 등 필요한 조치를 하여야 합니다.

관련근거

산업안전보건법 제42조의2(위험성평가)

사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업행동, 그 밖에 업무에 기인하는 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 이 법과 이 법에 따른 명령에 의한 조치를 하여야 하며, 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 추가적인 조치를 하여야 한다.





라돈으로부터 근로자 건강보호를 위한 가이드

발행일	2015년 6월
발행인	안전보건공단 이사장 이 영 순
발행처	안전보건공단 직업건강실
주 소	안전보건공단 울산광역시 중구 종가로 400(북정동) Tel 052.7030.500
홈페이지	www.kosha.or.kr
고객불편 신고센터	Tel 1644.4544 Fax 1644.4549

※ 이 교재를 안전보건공단의 허락 없이 부분 또는 전부를 복사, 복제, 전재하는 것은 저작권법에 저촉됩니다.

※ 안전보건공단은 '2013년 부패방지 시책평가'에서 최우수 기관으로 선정되었습니다.

2015-보건-428