

라돈의 작업장  
노출기준의  
효율적 방안

✚ 연구기간  
2017년 1월 ~ 2017년 12월

✚ 핵심단어  
지각방사선(라돈), 참조준위,  
규제영향분석, 노출기준

✚ 연구과제명  
지각방사선(라돈)의 직업적 노출  
기준 및 관리기준 마련방안 연구

연구담당자 연락처  
👤 직업환경연구실 연구위원  
정은교  
☎ 052-7030-902  
✉ jungek60@kosha.or.kr

연구배경

- 한국환경정책평가연구원 연구\*에 따르면 국내 라돈 관련 폐암 사망자는 전체 폐암 사망자의 약 12.6%로 추정하고 있음. 2015년 4월 지하철 노동자의 라돈 노출에 따른 폐암으로 산재 판정을 받게 되면서 라돈에 대한 관리 필요성이 대두됨
- \* 한국환경정책평가연구원, 2014, 라돈의 실내 공기질 규제에 따른 위해 저감 효과 및 건강편익 산정
- 라돈은 토양, 지하수, 건축자재 등으로부터 생활환경에 일상적으로 유입되며 국제암연구소 등에서 폐암 유발인자로 규정하고 있으나 현재 라돈에 대한 작업장 관리기준이 없어 작업장내 라돈을 적절히 관리하는데 어려움이 있음



라돈(<sup>222</sup>Rn)이란?

생활공간 어디에나 존재하는 천연방사성 물질로서 토양, 암석 중에 자연적으로 존재하는 우라늄(<sup>238</sup>U)이 몇 번의 방사성 붕괴를 거듭한 후 생성되는 무색·무취의 가스상 물질

주요 연구내용

1. 라돈의 관리기준

• 국제기구

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ICRP<br>명목위험계수        | · ICRP 65(1993) : 2.8 x 10 <sup>-4</sup> /WLM (또는 mJh/m <sup>3</sup> 당 8x10 <sup>-5</sup> )<br>· ICRP 115(2011) : 5.0 x 10 <sup>-4</sup> /WLM                                                                                                                 |
| ICRP<br>조치준위와<br>참조준위 | · 조치준위(1993) : 주택 200~600 Bqm <sup>-3</sup> , 작업장 500~1500 Bqm <sup>-3</sup><br>· 참조준위(2010) : 주택 300 Bqm <sup>-3</sup> 미만, 작업장 1,000 Bqm <sup>-3</sup> 미만<br>· 참조준위(2014) : 300 Bqm <sup>-3</sup> 미만, 10 mSv/y 초과 시 직업 시 직업적 폭로로 간주하여 최적화, 제한 등 조치           |
| IAEA<br>참조준위          | · 사회·경제적 상황을 고려하여 1,000 Bq/m <sup>3</sup> 이 초과하지 않는 적절한 참조준위를 설정                                                                                                                                                                                              |
| WHO                   | · 실내 라돈노출 100 Bq/m <sup>3</sup> 의 참조준위(Reference Level)을 제안하면서 국가별 상황을 고려하여 300 Bq/m <sup>3</sup> 을 초과하지는 않는 선에서 설정 권고                                                                                                                                        |
| ICRP<br>조치준위와<br>참조준위 | · 조치준위(Action Level)인 500~1,500 Bq/m <sup>3</sup> 의 범위일 것을 권고<br>· 참조준위(Reference Level)은 400 Bq/m <sup>3</sup> → 300 Bq/m <sup>3</sup><br>· 설계기준(Design Level)은 연간 200 Bq/m <sup>3</sup><br>· 주택 200~600 Bq/m <sup>3</sup> , 작업장 500~1,500 Bq/m <sup>3</sup> |

• 국가별

|     |                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미국  | · OSHA : Regulation 1E <sup>-7</sup> μCi/ml 또는 100 pCi/L 제한<br>· NIOSH : Recommendation 1 WLM 초과하지 말아야 함<br>* 1WLM=800 Bq/m <sup>3</sup> for 2,000 hour, Feq=0.4 |
| 영국  | · Regulation : 24시간 평균 농도가 400 Bq/m <sup>3</sup> 을 초과하지 않는 법 적용<br>* Penalty : 적절한 조치가 취해지지 않을 경우, 12개월을 초과하지 않는 징역형 또는 20,000파운드 이하의 벌금                         |
| 캐나다 | · Guideline : 200 Bq/m <sup>3</sup> 이상 800 Bq/m <sup>3</sup> 미만인 경우 "NORM 관리"<br>800 Bq/m <sup>3</sup> 이상인 경우 "방사선 방호 관리"                                        |
| 체코  | · Programme : 실내 농도 400 Bq/m <sup>3</sup> 유도 수준, 한계 값 4,000 Bq/m <sup>3</sup>                                                                                    |

2. 사회·경제성 평가

• 라돈 노출기준 설정에 따른 비용-편익 분석(지하철자료 근거)

| 노출기준                            | 관리비용           | 편익비용            | 비용 - 편익비 |
|---------------------------------|----------------|-----------------|----------|
| 300 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시   | 7,373,967,927원 | 18,869,057,435원 | 1:2.56   |
| 400 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시   | 4,780,217,934원 | 16,094,096,048원 | 1:3.37   |
| 500 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시   | 3,721,967,943원 | 12,431,379,016원 | 1:3.34   |
| 600 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시   | 3,049,467,949원 | 11,099,445,550원 | 1:3.64   |
| 800 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시   | 2,184,217,950원 | 8,879,556,440원  | 1:4.07   |
| 1,000 Bq/m <sup>3</sup> 미만 설정 시 | 2,182,967,955원 | 5,549,722,775원  | 1:2.54   |

• 노·사·전문가 의견수렴 및 국내 제도화 방안

- 노·사·전문가회의 및 서면 답변을 통하여 국내 제도화 방안 의견수렴 노출기준 300 Bq/m<sup>3</sup> 미만
- 라돈에 대한 한도기준은 연평균으로 800 Bq/m<sup>3</sup>을 설정하고 안전보건기준에 관한 규칙에 라돈 노출 방지(저감)을 위한 규정 마련
- \* 추가로 작업장 관리를 위한 보조기준(참조기준) 도입(400 B q/m<sup>3</sup>)

연구의 시사점

- 지하철 라돈농도 측정결과를 바탕으로 라돈의 노출기준 설정으로 인한 업무상 질병 감소를 파악 하고, 이로 인한 비용발생과 편익발생을 산출하였으며, 라돈 노출기준 설정 시 비용보다 편익이 높음을 확인
- 라돈에 대한 작업장의 관리기준으로 적절한 라돈 관리를 추진해 나감으로써 관련 작업환경에서 일하는 근로자들에 대한 건강을 보호하고, 업무상 질병을 예방하는데 기여할 것으로 판단됨

연구 활용방안

- 라돈에 대한 한도기준은 연평균 800 Bq/m<sup>3</sup> 설정하고, 추가로 작업장 관리를 위한 참조기준 400 Bq/m<sup>3</sup> 도입 및 라돈 노출 저감을 위한 규정 제안
- 현재 정부에서는 라돈에 대한 노출기준을 세제곱 미터당 600벵크렐(600 Bq/m<sup>3</sup>)로 설정하여 『화학물질 및 물리적 인자의 노출기준』에 고시하고 있음