

## PG2) 다중이용시설의 실내공기중 라돈농도분포 특성 Characterization of Radon Concentration in Public Facilities

김윤신 · 홍승철 · 이철민 · 박원석 · 이태형 · 전형진 · 조정현

한양대학교 환경 및 산업의학연구소

### 1. 서 론

우라늄(U-238)의 붕괴과정에서 생성되는 라돈(Rn-222)은 다른 물질과 화학적으로 결합 또는 부착하지 않는 불활성 기체이고 상대적으로 긴 반감기를 갖고 있기 때문에 충분한 시간 동안 공기중에 머물러 있으므로 다른 자연방사선원에 비하여 라돈과 라돈자손에 의한 일반인의 자연방사선피폭 기여도가 가장 높다(Jamil K. 1997). 이미 세계 여러 나라에서는 라돈피폭에 기인한 건강상의 위험을 인식하여 주택을 비롯한 여러 생활공간의 실내 및 음용수 중의 라돈농도에 대한 대규모적인 측정을 수행하고 있으며, 그 결과 미국 내 상당수의 주택이 미국 환경청에서 권고치(action level)로써 권고하고 있는 150 Bq/m<sup>3</sup>(실내공기중)와 11,100 Bq/m<sup>3</sup>(음용수중)을 초과하는 것으로 나타났다(U.S.EPA, 1992).

국내에서 수행된 라돈의 환경적 측면에서의 연구로는 '우리나라 일부 주택 내 라돈농도에 관한 조사 연구', '원전주변주택의 실내의 라돈농도에 관한 조사연구', '서울시 지하철역내의 라돈농도분포 및 저감 대책' 등 수 편의 연구가 매우 단기적이며, 국한된 장소 즉, 지하철 및 주택을 대상으로 수행되어져 왔으나 불특정 다수인이 이용하는 다중이용시설의 실내공기중 라돈농도에 대한 연구는 거의 전무한 실정에 있다. 또한 최근 환경부의 '다중이용시설등의 실내공기질관리법'의 입법화 및 시행 등 다중이용시설의 실내공기오염에 대한 심각성이 사회적으로 부각되고 있다.

이에 본 연구는 장기적인으로 다중이용시설의 실내공기중 라돈농도분포특성에 관한 연구의 예비연구로 서울시에 위치한 일부 다중이용시설의 실내의 공기중 라돈농도조사 결과를 제시함으로써 향후 장기적이며 체계적인 연구에 기초자료를 제공하고자 한다.

### 2. 연구 방법

본 연구는 2002년 12월부터 2003년 3월까지 서울시에 위치한 분특정 다수인이 이용하는 다중이용시설 13곳(극장, 지하철, 유치원, 구청, 도서관, 박물관, 터미널, 주택, 종합병원, 아파트)를 대상으로 실내의 공기중 라돈의 농도분포를 조사하기 위해 미국 LANDAUER사의 Radtrak™ 라돈 가스 검출기(radon gas detector)를 실내외에 설치 3개월간 폭로 후 회수한 후 미국 LANDAUER사로 보내어 분석을 실시하였으며, 또한 라돈 검출기를 설치한 다중이용시설의 일반적 특성 및 물리적 특성(건물의 연식, 환기형태, 검출기 설치 위치 등)을 조사하였다.

표 1은 본 연구의 조사대상시설의 일반적 특성 및 물리적 특성을 나타낸 것으로 건물의 용도에 따라 공공시설(구청, 병원, 터미널, 지하철), 문화시설(박물관, 도서관, 영화관), 교육시설(유치원) 및 주거시설(주택, 아파트)로 구분하였다.

### 3. 연구 결과

표 2는 다중이용시설의 실내의 라돈농도를 나타낸 것으로 공공시설, 문화시설, 교육시설 및 주거시설의 평균 실내라돈농도는 각각 76.20 ± 70.69 Bq/m<sup>3</sup>, 31.67 ± 21.39 Bq/m<sup>3</sup>, 47.50 Bq/m<sup>3</sup>, 61.00 Bq/m<sup>3</sup>로 조사되어 공공시설이 가장 높은 라돈농도를 나타냈으며, 실외라돈농도는 각각 44.60 ± 46.03 Bq/m<sup>3</sup>, 66 Bq/m<sup>3</sup>, 43 Bq/m<sup>3</sup>, 36 Bq/m<sup>3</sup>로 조사되었다. 또한 병원 2만이 184 Bq/m<sup>3</sup>으로 미국 EPA의 권고치인 150 Bq/m<sup>3</sup>을 초과하는 것으로 조사되었으며 나머지 다중이용시설의 실내의 라돈농도는 권고치 이하의 수준을 나타내었다.

실내의 라돈농도비는 구청과 박물관을 제외하고 모두 1을 초과하는 것으로 조사되어 실내 라돈농도가 실외의 라돈농도에 비해 높음을 확인 할 수 있었다.

표 3은 환기방식 및 측정장소의 위치에 따른 라돈농도차를 검증한 결과를 나타낸 것으로 환기방식 즉, 자연환기방식과 기계환기를 이용하는 인공환기간에 농도차는 16.20 ± 29.79 Bq/m<sup>3</sup>으로 인공환기를 이용하는 공중이용시설내 라돈농도가 높은 것으로 조사되었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p=0.598). 또한 측정장소의 위치 즉 지상과 지하에 따른 라돈농도의 차이는 41.44 ± 31.82 Bq/m<sup>3</sup>으로

지상이 지하에 비해 높게 나타났으나 이 또한 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.222).

Table 1. General characteristics of seventeen public facilities surveyed

		Time of completion	Time of repair	Type of ventilation	Sampling site (groun/underground)
Public institution	Ward office	2000	-	Natural	Ground
	Hospital 1	1972	2002	Mechanical	Ground
	Hospital 2	2002	-	Mechanical	Ground
	Subway station 1	1974	2001	Mechanical	Underground
	Subway station 2	1986	2002	Mechanical	Underground
	Terminal	1999	-	Natural	Ground
Cultural facilities	Theater	2000	-	Mechanical	Underground
	Library	1964	1998	Natural	Ground
	Museum	1997	2002	Mechanical	Ground
Educational facilities	Kindergarten 1	1999	-	Natural	Ground
	Kindergarten 2	1995	-	Natural	Ground
Residential facilities	Residence	1996	-	Natural	Underground
	Apartment	2000	-	Natural	Ground

Table 2. Indoor and Outdoor Concentration of Radon by RadTrak

		Rn concentration(Bq/m <sup>3</sup> )		I/O
		Indoor	Outdoor	
Public institution	Ward office	109	118	0.92
	Hospital 1	51	10	5.10
	Hospital 2	184	61	3.02
	Subway station 1	19	N.A.	-
	Subway station 2	N.A.	24	-
	Terminal	18	10	1.80
	Mean ± S.D.	76.20 ± 70.69	44.60 ± 46.03	
Cultural facilities	Theater	27	N.A.	-
	Library	13	N.A.	-
	Museum	55	66	0.83
	Mean ± S.D.	31.67 ± 21.39	66	
Educational facilities	Kindergarten 1	60	43	1.40
	Kindergarten 2	35	N.A.	-
	Mean	47.50	43	
Residential facilities	Residence	34	N.A.	-
	Apartment	88	36	2.44
	Mean	61.00	36	
Total	Mean ± S.D.	57.75 ± 49.22	46.00 ± 35.84	

Table 3. Classification of radon concentration by type of ventilation and sampling site

		Number of sampling	Mean(Bq/m <sup>3</sup> )	S.D.	p-Value
Type of ventilation	Natural	7	51.00	36.27	0.598
	Mechanical	5	67.20	67.07	
Sampling site	Ground	9	68.11	53.24	0.222
	Underground	3	26.67	7.51	

### 참고 문헌

- Khalid jamil, K. K. Al-Ahmady (1997) Relative performance of diffenent types of passive dosimeters employing solid state nuclear track detectors, Health Phys., Vol. 73, No. 4, 629-632.
- United States Environmental Protection Agency (1992) A citizen's guide to radon, U.S.EPA. ANR-464, 4022-K-92-001.