

PG9) 다중이용시설에서의 라돈 농도 측정을 위한 수동형 검출기 수행능 비교 평가

A Comparison of Performance of Passive Radon Detectors in Public Facilities

박현주 · 장성기 · 서수연

국립환경연구원 실내환경과

1. 서 론

라돈과 그 붕괴 생성물이 실내에 존재하면서 거주자에게 미치는 영향에 대한 관심이 고조되고 있으며 이에 따라 국내에서도 라돈에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 라돈(^{222}Rn)은 무색, 무취, 불활성 방사능 기체로 라듐(^{236}Ra)의 붕괴 시 생성되어 확산이동 및 압력과 온도구배에 의한 대류 이동과정에 의해 지상 또는 실내 환경으로 방출된다. 라돈 붕괴과정에서 생성되는 라돈 자손이 호흡을 통해 흡입하게 되면 장기적으로 폐암을 유발할 수 있는 생물학적 손상을 야기함에 따라(Doull et al., 1999; Grader, 1986) 미국환경청에서는 'A Citizen's Guide to Radon'을 편찬하여 일반인에게 라돈의 위험성을 적극 홍보하고 있다. 국내에서도 라돈 관리 방안의 필요성이 대두되어 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법에서 8시간 연속모니터링 방법으로 하여 권고기준(4pCi/L)으로 관리 하고 있다. 그러나 환기조건과 계절에 의한 농도변화가 큰 실내라돈농도를 하루 8시간 측정하여 평가하는 것은 무리가 있다는 문제가 제기되어 수동형 장기측정방법을 모색할 필요성이 대두되었다. 따라서 본 연구에서는 연속모니터링방법과 수동형 장기측정방법을 검토하고 그 수행능을 비교 평가하여 향후 실내 공간에서의 라돈 시험방법 개정 시 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

연구는 2008년 4월부터 6월까지 약 2개월간 진행 되었으며 지하역사 3곳을 선정하여 승강장에 라돈 검출기를 설치하였다. 라돈 농도는 1주 간격으로 9회, 2주 간격으로 4회, 1개월 간격으로 2회, 2개월 간격으로 1회 측정하였으며 이 때 설치된 검출기는 4종의 수동형 검출기와 1종의 연속모니터링 장치(RAD7, USA)로 각 종류별 수동형 검출기의 특징을 표 1에 나타내었다. 선정된 수동형 검출기는 대부분 외국에서 생산되고 있었으며 크게 알파비적검출기(alpha track detectors), 충전막전리함(electret ion chamber) 방식으로 구분되었다. 수동형 검출기 4종류는 조사지점 3곳에 종류별로 각각 3개씩 설치하여 지점별 라돈 농도값과 동일한 검출기 종류간 변이 계수를 산출하여 각 수동형 검출기의 정밀도와 정확도를 확인하였다.

Table 1. Characteristic of Radon Detectors.

Country	Company	Detector	Testing period	Detection type	LLD
USA	Landauer, Inc	Radtrack dosimeter	90d~1y	Alpha-track(CR-39)	0.33pCi/L 90d (30pCi/L 1d)
	Radiation Safety services, Inc	RSSI AT-101	> 14d	Alpha-track(CR-39)	0.3pCi/L 30d 0.1pCi/L 90d
	Rad Elec Inc	E-perm(short-term)	2 or 7d	Electet	0.16pCi/L 7d
		E-perm(long-term)	30 or 90d	Electet	0.18pCi/L 30 or 90d
Korea	Rn-tech	Alpha-track	90d	Alpha-track(LR-115)	0.5~0.9 pCi/L

3. 결과 및 고찰

라돈 수동형 검출기의 평가는 3지점에 대해 수행하였으며 이중 2지점에 대해 연속모니터링 장비와 수동형 검출기를 동시에 평가하였다. 그 결과, E-perm은 1개월 이상 측정 시 검출기간 변이 계수가 증가하는 경향을 나타나 1개월 이상의 장기 측정에는 부적합한 것으로 판단된다. 또한 LR-115 필름을 사용하는 Alpha track의 경우에는 측정기간이 길어져 1개월 이상 되었을 때 변이계수가 줄어드는 것으로 관찰되었으나, 시험대상 수동형 검출기 중 가장 높은 변이계수를 나타내어 검출기 간 결과값의 차이가 큰 것으로 나타났다. CR-39 필름을 사용하는 Radtrack의 경우에는 변이계수가 매우 낮게 나타나는 것으로 조사되었으나, 이는 높은 검출한계 때문에 단기측정과 저농도 지역에서는 라돈을 검출하지 못했기 때문으로 판단된다. RSSI AT-101은 다른 검출기에 비해 비교적 변이계수가 낮고 측정기간이 증가할수록 변이계수가 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 각 검출기별 정확도는 연속모니터링 장치를 기준으로 하여 수동형 검출기 4종류의 농도값으로 비교하였으며 오차율이 -52.8~192.9%로 나타났다. 특히 저농도 지역에서 단기간(1주) 동안 측정하였을 경우에 오차율이 좀더 크게 나타났으며 알파비적검출기의 검출부 필름의 종류에 따라 농도값의 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. CV(Coefficient of variation) of Passive Radon Detectors.

CV, %	Electret ion chamber			Alpha-track(LR-115)			Alpha-track(CR-39)					
	E-perm(USA)			Alpha track(Korea)			Radtrack(USA)			RSSI AT-101(USA)		
Site	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1 week	9.67	5.56	4.41	61.23	67.13	55.94	0.00	0.00	0.00	9.76	9.22	12.76
2 week	24.43	5.45	5.09	53.33	59.86	54.55	0.00	3.04	0.00	9.68	6.49	3.08
1 month	45.49	13.02	18.45	35.97	26.10	39.62	0.00	26.29	26.99	6.17	8.39	15.29
2 month	13.42	12.22	11.11	37.61	22.02	36.29	0.00	19.60	33.91	6.66	5.68	3.45

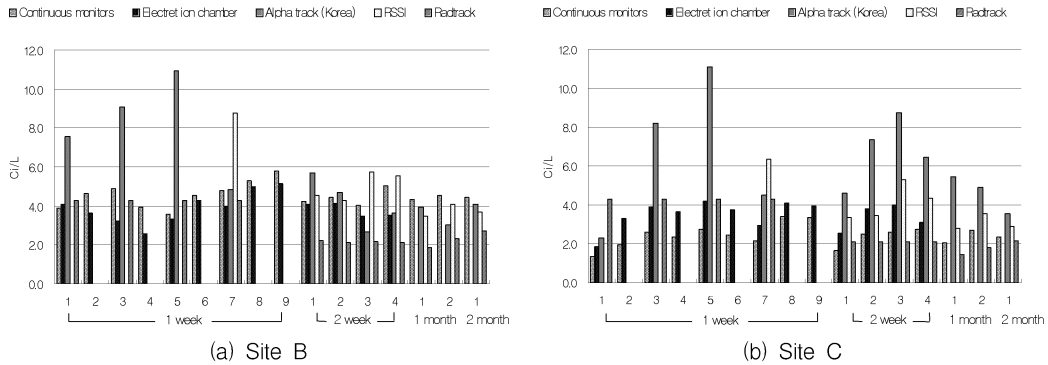


Fig. 1. Accuracy of Passive Radon Detectors.

참 고 문 헌

Doull, J. et al. (1999) Risk Assessment of Radon in Drinking Water, Washington, D.C., National Academy press.
 Grader, J.B. (1986) Indoor Air issue, Architectural Technology.
 APCA (1986) Indoor Radon, Air pollution Control Association, Pittsburgh, PA.