

연속 라돈 감시기 AlphaGuard와 Rad7의 특성 비교 연구

남종수¹ · 박태순^{1,2} · 이종만^{1,2} · 이모성³ · 윤달호³
과학기술연합대학원대학교¹ · 한국표준과학연구원² · 청주대학교³
E-mail: helios7979@ust.ac.kr

중심어 (keyword) : 연속 라돈 감시기, AlphaGuard, Rad7, 백그라운드

서론

라돈 검출기의 대부분은 여과지를 통해 검출기 내부의 챔버에 라돈만 유입시켜, 그것으로부터 붕괴하여 생성된 라돈 붕괴 생성물들의 방사능을 측정하여 라돈의 방사능을 평가한다. 라돈 붕괴 생성물들의 반감기는 30분미만으로 검출기를 작동시킨 후 3~4시간이면 유입된 라돈과 그 붕괴 생성물들이 방사능 평형에 이르게 된다.

연속 라돈 감시기인 AlphaGuard (Genitron Inc. Germany)와 Rad7 (DurrIDGE Co. USA)도 라돈을 검출기 내부의 챔버에 유입시켜 그 붕괴 생성물들의 방사능을 측정하는데, 검출기에 따라 라돈 방사능의 측정 방식에 차이가 있다. AlphaGuard는 전리함 검출기로 라돈 붕괴 생성물들로부터 방출되는 알파 방사선을 측정하여 라돈 농도로 환산한다.[1] 반면 Rad7은 Si 반도체 검출기로 알파 방사선의 에너지를 식별하여 라돈 붕괴 생성물인 ^{218}Po (window A)과 ^{214}Po (window C)의 방사능만을 측정한다.[2] 이와 같은 라돈 방사능 측정방법의 차이 때문에 검출기 내부의 챔버에 누적되는 ^{210}Po 의 영향도 두 검출기에서 차이가 생긴다. AlphaGuard의 라돈 유입 방식은 확산에 의존하는데 반해 Rad7은 펌프를 사용한다. 이와 같은 검출기 내부 챔버로의 라돈 유입 방식도 라돈 농도 측정에 영향을 줄 수 있다.

이 연구에서는 AlphaGuard와 Rad7을 대상으로 ^{210}Po 의 오염 방사능 처리 방식, 라돈 농도에 따른 검출기의 반응 특성 등에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

AlphaGuard와 Rad7의 특성을 평가하기 위하여 그림 1과 같은 장치를 구성하였다. 사용된 라돈 검출기는 AlphaGuard 2대와 Rad7 2대이다. 챔버로 유입되는 라돈 선원은 ^{226}Ra 수용액으로부터 방출되는 라돈이었다.

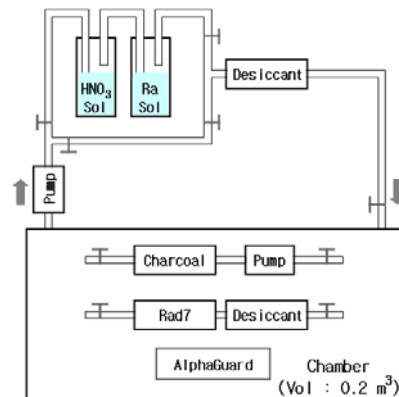


그림 1. 라돈 검출기 특성 평가 장치

AlphaGuard는 확산에 의해 라돈을 유입하기 때문에 챔버 안에 위치시켰고, Rad7은 펌프로 라돈을 유입하기 때문에 챔버 외부에 위치시켰다. 먼저 백그라운드를 측정하기 위해 라돈 선원을 밀봉한 후, 활성탄을 통해 챔버의 공기를 순환시킴으로써 챔버 뿐만 아니라 AlphaGuard와 Rad7에 포함된 라돈을 제거하였다. 라돈 제거 상황은 AlphaGuard와 Rad7에 의해 측정되는 방사능 농도로 확인하였다. AlphaGuard와 Rad7 각각의 백그라운드를 확인한 후, 활성탄을 통한 공기의 순환을 정지시키고, 라돈 선원을 개방하여 챔버로 라돈이 유입되도록 하였다.

결과 및 고찰

그림 2는 그림 1의 라돈 검출기 특성 평가 장치로 측정된 라돈 농도이다.

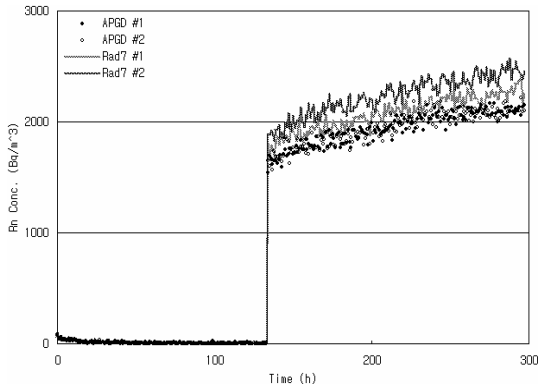


그림 2. 라돈 검출기 특성 평가 장치로 측정된 라돈 농도

챔버로부터 라돈이 거의 제거 되었을 때 측정된 각각의 라돈 농도는 표 1과 같다.

표 1. 라돈 검출기의 백그라운드 (단위 : Bq/m³)

검출기	AlphaGuard		Rad7	
	#1	#2	#1	#2
백그라운드	23.2 ± 5.1	6.02 ± 2.8	1.0 ± 2.0	1.5 ± 8.4

표에서 보는 바와 같이 Rad7의 백그라운드는 대략 1 Bq/m³ 수준으로 적정하였으나 AlphaGuard의 백그라운드는 6.0 Bq/m³와 23.2 Bq/m³로 측정되었다. AlphaGuard에서 측정된 높은 백그라운드는 사용 기간에 따른 검출기 내부 챔버가 ²¹⁰Po으로 오염된 것에 기인한다.

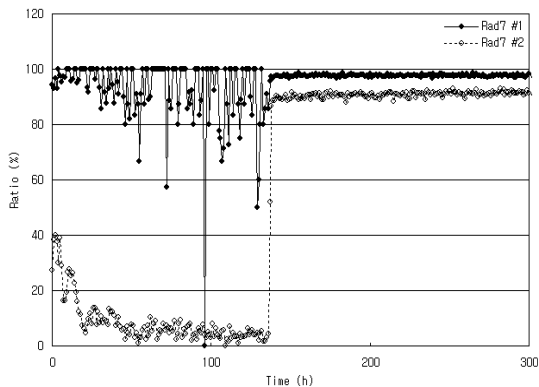


그림 3. Rad7에서 측정된 window A, B, C, D의 계수율의 합을 비율(%)

그림 3은 Rad7에서 측정된 window A, B, C, D의 계수율의 합을 비율(%)로 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 Rad7 #2에서 라돈 window 이외에서 계수되는 알파선이 Rad #1보다 많다. 이것은 장기간 사용함에 따라 Rad7 #2의 내부 챔버가 ²¹⁰Po으로 오염된 것으로 여겨지며, 측정된 백그라운드의 편차가 높아지는 원인이 되었다.

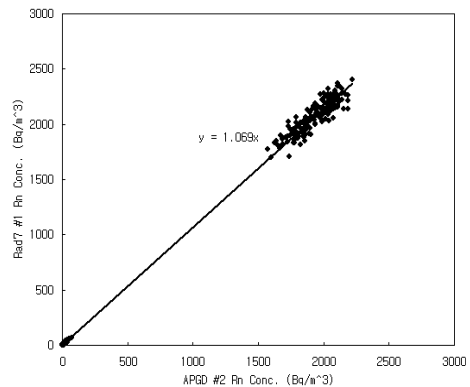


그림 4. AlphaGuard와 Rad7의 라돈 농도 측정 비교

그림 4는 AlphaGuard와 Rad7으로 측정된 라돈 농도 사이의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 두 검출기로 측정된 라돈 농도는 선형적으로 비례하며, Rad7이 AlphaGuard보다 7% 정도 높게 라돈 농도를 평가하였다.

결론

라돈 검출기를 오래 사용하게 되면 ²¹⁰Pb이 누적된다. ²¹⁰Pb의 붕괴 생성물인 ²¹⁰Po은 알파 에너지를 식별하지 않는 AlphaGuard에서 백그라운드로 작용한다. 반면 Rad7의 경우 이 핵종의 방사능이 백그라운드에 영향을 주지는 않지만 측정 라돈 방사능의 불확도를 높게 한다. 더불어 이번 연구를 통하여 각각의 검출기를 사용함에 있어 정확한 교정 인자가 필요함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Genitron, "User Manual Portable Radon Monitor AlphaGUARD", (1998)
2. Durrige Co., "RAD7 Radon Detector Owner's Manual", (1998)