

PA25) 연속 모니터를 이용한 대기중 라돈농도의 특성에 관한 연구 Characteristic of Airborne Radon Concentration by ERM

김윤신 · 이철민 · 전형진 · 장은숙¹⁾ · 홍승철

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾동해대학교 환경공학과

1. 서 론

대기오염물질의 장거리 이동에 관한 연구는 자연적으로 발생하는 오염물질과 인위적으로 발생하는 오염물질을 추적할 수 있다. 자연적인 것으로는 황사의 발생, 이동 및 침전 등이 있고, 인위적인 것으로 입자상물질, sulphate의 연구사례가 있다(정용승 등 1991). 그러나 중국에서 발생된 이러한 대기오염물질은 서해를 넘어 이동하면서 화학적 성분이 변화하기 때문에 대기오염물질의 장거리 이동을 명확하게 설명할 수 없는 한계를 가지고 있다. 이에 반해 라돈은 다른 물질과 화학적으로 결합 또는 부착하지 않는 불활성기체이고 상대적으로 긴 반감기(3.82d)를 갖고 있기 때문에 충분한 시간 동안 공기 중에 머물러 있어 대기확산에 의한 대륙기원물질의 장거리 이동을 연구하는데 있어서 유용한 추적물질중의 하나로 알려져 있다(Jamil et al., 1997. Iida).

이미 라돈의 대기 중 거동특성에 대한 연구는 많은 학자들(Porstendorfer et al., 1994; Borak and Baynes, 1999)에 의해서 수행되어 왔으나, 각 나라마다의 환경 및 기상특성의 차이 등 다양한 환경요소 때문에 이에 대한 연구는 계속되고 있는 실정이다(이동명 등, 2000). 그러나 국내 대기환경중의 라돈관련 연구는 주택, 사무실, 지하생활 등의 미세환경에 국한되어 수행되어져오고 있는 반면(김윤신, 1987, 1991, 2002; 전재식 등, 1995; 이철민, 2002)일반대기환경 중 라돈의 거동특성에 관한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 동아시아지역의 대륙기원물질의 장거리 이동에 관한 연구의 선행 연구로 연속형 라돈 검출기를 이용해서 서울시 및 동해시 일부 대기환경 중 라돈농도의 특성을 살펴보고, 기상인자와의 관계를 조사하여 제시함으로써 향후 라돈을 이용한 대륙기원물질의 장거리 이동 연구에 있어 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구대상 및 연구방법

본 연구는 일본 Nagoya 대학교 원자핵공학과와 Iida(1985)에 의해 개발된 ERM(Electrostatic Radon Monitor)을 이용하여 서울시 한양대학교 서울캠퍼스에서 1998년 10월부터 2003년 5월까지, 동해는 서울대학교 해양연구소에서 1999년 10월부터 2003년 1월까지 대기 중 라돈농도를 한시간 간격으로 측정 조사 하였다.

본 측정장비는 16.8 l의 반구내에 유입된 공기중의 Po²¹⁸으로부터 방출된 알파입자들이 Al Malar를 거쳐 하부에 있는 ZnS(Ag)로 제작된 검출기를 투과하면서 발생된 섬광을 직경 38 mm의 광전증폭관에 의해 검출, interface를 거쳐 PC로 전송하여 PC에서 자동으로 농도로 환산 1시간 간격 라돈농도를 산출할 수 있는 장비로 높은 정확도와 감도를 가지고 있어 연속적으로 대기중의 낮은 라돈농도를 측정할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 작동이 안정적이고, 유지관리가 용이하다는 특징을 가지고 있다(Iida, 1996).

3. 결과 및 고찰

그림 1은 서울과 동해의 일부 대기중 라돈변화량의 계절적 분포를 나타낸 것으로 이는 1999년 12월부터 2000년 11월까지 한해동안 12월부터 3개월씩 겨울, 봄, 여름, 가을로 구분하여 나타난 것으로 서울의 계절별 농도분포를 살펴보면 겨울(10.10 ± 2.81 Bq/m³), 가을(8.41 ± 1.35 Bq/m³), 여름(5.83 ± 0.05 Bq/m³), 봄(5.34 ± 0.44 Bq/m³)의 순으로 가을-겨울이 봄-여름에 비해 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었으며, 동해의 계절별 농도분포는 가을(14.08 ± 5.75 Bq/m³), 여름(12.04 ± 0.53 Bq/m³), 겨울(12.02 ± 1.40 Bq/m³),

봄($8.93 \pm 0.91 \text{ Bq/m}^3$)의 순으로 나타나 여름-가을이 겨울-봄에 비해 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었다. 또한 서울에 비해 동해의 대기 중 라돈농도가 모든 계절에서 높은 것으로 조사되었다.

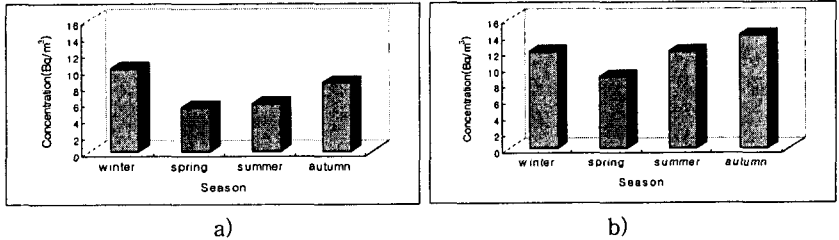


Fig. 1. Seasonal distribution of radon concentration (a) Seoul (b) Donghae

그림 2는 서울과 동해의 일일 시간별 분포를 나타낸 것으로 서울의 일일 시간별 농도의 범위는 $5.51 \text{ Bq/m}^3 \sim 9.44 \text{ Bq/m}^3$ 으로 6시부터 9시 사이에 높은 농도분포를 나타낸 반면, 15시부터 19시 사이에 낮은 농도분포를 나타냈다. 또한 농도의 최대 값(9.44 Bq/m^3)과 최소 값(5.51 Bq/m^3) 사이의 농도차이(3.93 Bq/m^3)는 약 2배에 가까운 농도차이를 보이고 있다. 동해의 일일 시간별 농도의 범위는 $7.15 \text{ Bq/m}^3 \sim 15.27 \text{ Bq/m}^3$ 으로 2시부터 6시 사이에 높은 농도분포를 나타낸 반면, 13시부터 18시 사이에 낮은 농도분포를 나타냈다. 또한 농도의 최대 값(15.27 Bq/m^3)과 최소 값(7.15 Bq/m^3)사이의 농도차이(8.12 Bq/m^3)는 서울과 유사한 약 2배에 가까운 농도차이를 보였다. 두 지역의 일일 시간별 농도분포는 저녁 이후 농도가 증가하기 시작하여 자정부터 새벽사이에 높은 농도분포를 나타냈으며, 일출 이후에 농도가 서서히 감소하기 시작하여 오후 1시부터 6시 사이에 낮은 농도분포를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이러한 두 지역의 일일 시간별 농도분포는 한국원자력문화재단에서 제시한 우리나라의 자연방사선의 계절적, 일일 시간적 농도분포와 유사한 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 그림 3은 서울과 동해의 라돈농도와 토양 중의 라듐 함량을 조사하였다.

표 1은 ERM이 설치된 장소의 주변에서 채취한 토양의 라듐함량 및 Radon cup monitor를 이용한 3개월간의 공기중 측정 라돈농도를 나타낸 것으로 서울에 비해 동해가 토양중의 라듐농도 및 공기중 라돈농도가 높은 것으로 조사되었다.

Table 1. Radon concentration in air by radon cup monitor and Radium concentration in soil

	Radon concentration (Bq/m ³)	Radium concentration (pCi/g)
Seoul	37.37	0.93
Donghae	39.96	1.18

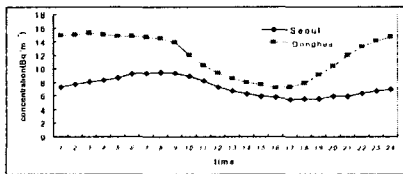


Fig. 2. Hourly distribution of radon concentration

사 사

본 연구는 JRP(Japan Research Foundation)에서 연구비를 지원받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김재록 (1998) 알기쉬운방사선이야기, 한국원자력재단.
 Iida, T.K. Ikebe and K. Tojo, 1991, An Electro Radon Monitor for Measurement of Environmental Radon, Res. Lett. Atmos. Electr. 11, 55~59.
 Iida, T.K. Ikebe, K. Suzuki, Ueno, Z. Wang and Y. Jin, 1996, Continuous measurements of outdoor radon concentrations at various location in East Asia, Environment. International, 22(1), S139~S147.