

BB6) 서울시 일부 대기 중 라돈농도의 변화와 기상인자가 미치는 영향에 관한 연구

A Study on Daily and Seasonal Variations of the Radon concentrations in Atmosphere and the influence of Meteorological Elements in Seoul

김현탁 · 김운신 · 이철민¹⁾ · 정경훈

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾한양대학교 보건관리학과

1. 서론

라돈은 사람들이 노출되는 자연 방사능 중 가장 큰 부분을 차지하며, 전체 자연 방사능 중 약 50%를 차지한다. 라돈의 인체영향 대부분이 호흡을 통한 인체 내에 유입에 의한 것으로 알려져 있다. 라돈에 의한 인체영향과 대기 중 오염물질의 장거리 이동에 대한 연구를 위해 대기 중 라돈의 거동특성 연구가 필요하다. 또한 라돈농도의 지역적 분포와 시간변화에 대한 정보는 지역적 특성, 라돈의 배출, 대기 중 습성에 대한 라돈 연구에 중요하다. 이미 동아시아에서 환경 중 라돈의 전반적인 현황 및 거동특성을 연구하기 위해 중국과 일본에서 연구가 선행되었다(Iida, 1996). 그러나 국내의 경우 환경적인 측면에서 일부 미세환경중의 라돈농도에 대한 연구가 진행되고 있으나 일반 대기환경 중 라돈에 대한 연구는 미비한 실정이기 때문에 기초조사 및 연구가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 서울시 일부 대기 중 라돈의 분포 특성을 파악하기 위해 장기간 라돈농도를 측정하였다. 이를 이용하여 서울시 일부 대기 중 라돈농도를 제시하고, 라돈의 시간별, 월별, 계절별 분포 특성을 고찰하였다. 또한 기상인자가 대기 중 라돈의 분포에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 일본 Iida 등에 의해 개발된 Electrostatic Radon Monitor를 이용하여 1999년 12월부터 2000년 11월까지 연속적으로 일일 시간별로 한양대학교 서울캠퍼스에서 대기 중 라돈농도를 측정하였으며, 대기 중 라돈농도의 시간별, 월별, 계절별 분포를 조사하였다. 또한 기상인자가 대기 중 라돈의 분포에 미치는 영향을 알아보기 위해 기상청의 기상자료(기온, 기습, 기압, 풍속)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 서울시 일부 대기 중 라돈의 월별 분포를 나타낸 것이다. 대기 중 라돈의 연 평균농도는 7.42Bq/m³로 이것은 선행된 연구(Iida, 1996)에 의해 제시된 일본 Nagoya, Kasugai, Toki, Kanazawa의 각각 연평균 라돈농도 5.1, 6.0, 6.1, 5.8 Bq/m³, 중국 Beijing, Fuzhuo의 각각 연평균 라돈농도 7.0, 11.4 Bq/m³와 비교하면 서울의 대기 중 라돈농도는 일본에 비해서 약 1.4배정도 높게 나타났다. 또한 중국 Beijing과 비슷한 농도를, Fuzhuo에 비해 약 1.5배 낮게 나타났다. 서울시 일부 대기 중 라돈의 분포는 1999년 12월에 11.78Bq/m³로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 2000년 4월에 4.96Bq/m³로 가장 낮은 농도를 나타냈다. 또한 3월-8월에 비교적 작은 라돈농도의 변화폭을 나타냈으며, 12월과 10월-11월에 비교적 큰 라돈농도의 변화폭을 나타냈다.

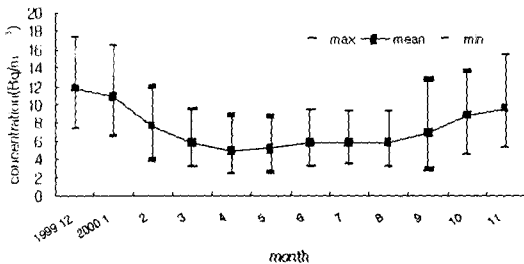


Figure. 1. Monthly distribution of atmospheric radon concentrations by ERM during December 1999 to November 2000 in Seoul.

그림 2는 서울시 일부 대기 중 라돈의 계절적 농도분포를 나타내고 있다. 계절별 라돈농도는 겨울, 봄, 여름, 가을 각각 9.79, 5.25, 5.82, 8.27Bq/m³로

봄에 가장 낮은 농도를 나타냈으며, 겨울에 가장 높은 농도를 나타냈다.

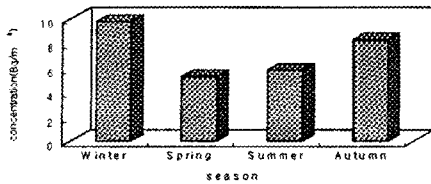


Figure 2. Seasonal variation of radon concentrations in Seoul.

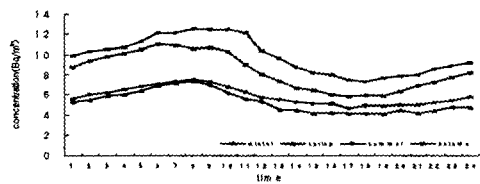


Figure 3. Daily variation on mean of radon concentrations in Seoul.

그림 3은 일일 시간별 전체자료를 각 시간대별로 평균한 것을 계절별로 구분해서 나타낸 것이다. 일출시점에 농도가 낮아지기 시작해서 오후에 최저 농도를 나타냈으며, 일몰시점에 다시 농도가 높아졌다. 계절별로 일출시점이 변화함에 따라 하루 중 최고농도 시간대와 최저농도 시간대가 달라지고 있음을 나타낸다. 이러한 관계는 일사에 의한 대기 혼합층이 일출과 동시에 발달하기 때문에 그 농도가 낮아지는 것으로 사료된다. 라돈의 일일 시간대별 농도분포는 야간에 지상부근의 복사냉각으로 역전층이 발생하여 대기가 안정화됨에 따라 라돈의 수직적 혼합을 감소시켜서 일출직전까지 라돈의 농도를 증가시키는 것으로 나타나며, 일출에 따른 온도상승이 역전층을 소멸시키면 대기 확산이 용이해져서 라돈의 농도는 희석되어 오후에 최소농도가 되는 것으로 사료된다.

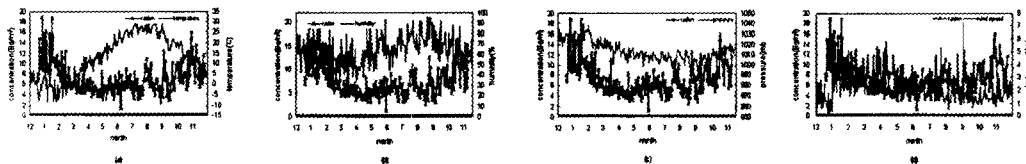


Figure 4. Comparison of radon concentrations and meteorological elements at atmospheric in Seoul. (a) temperature (b) humidity (c) pressure (d) wind speed

그림 4는 서울시 대기 중 라돈농도와 기상인자별 분포변화를 비교한 것이다. 대기 중 라돈농도는 기온이 높아지면 낮아지고 반대로 기온이 낮아지면 증가하는 양상을 보였으며, 기습, 기압과 비슷한 주기의 변동양상을 보이고 있다. 그리고 풍속의 변화에 따른 대기 중 라돈농도는 풍속이 강해지면 낮아지고 풍속이 약해지면 증가하는 변동양상을 보이고 있다. 이에 따라 라돈농도와 기상인자 사이의 상관성을 조사한 결과 기온($r=-0.428$, $p<0.01$), 풍속($r=-0.345$, $p<0.01$), 기압($r=0.390$, $p<0.01$)과 통계적으로 유의성을 나타냈다, 그러나 기습과는 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 향후 대기 중 라돈 거동에 대한 연구에서 기상인자(기온, 기압, 풍속)는 중요한 factor로 고려되어야 할 것이다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부에서 지원하는 '99원자력기초연구사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 중 일부이며, 연구비를 지원해 준 과학기술부에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Iida, T. Y. Ikebe, K. Suzuki, K. Ueno, Z. Wang, Y. Jin (1996), Continuous Measurements of Outdoor Radon Concentrations at Various Locations in East Asia, Environment International, Vol. 22, Suppl. I, pp. S139-S147
2. Sakashita, T. A. Suzuki, T. Iida, Y. Ikebe (1997), Effects of Atmospheric Transport on Temporal Variations of ^{222}Rn and Its Progeny Concentration in the Atmosphere, J. Nuclear Science and Technology, Vol. 34, No. 1, p.63-72
3. Yamanishi, H. T. Iida, Y. Ikebe (1991), Measurements of Regional Distribution of radon-222 Concentration, J. Nuclear Science and Technology, Vol. 28, No. 4, p.331-338