

## BD3) 실내라돈오염을 위한 2구역 모델에서의 환기영향평가 Study on the Ventilation Effect in the Two Compartment Model for Indoor Radon Pollution

유동한 · 김삼준<sup>1)</sup> · 양지원<sup>1)</sup>

한국원자력 연구소, <sup>1)</sup>한국과학기술원 화학공학과

### 1. 서 론

라돈(Rn-222)은 우라늄(U-238) 방사능계열의 원소로서 라듐(Ra-226)의 알파( $\alpha$ )붕괴시 자연생성되는 가스상 물질이다. 암석 내에서 생성되어 공간내에서 물에 용해된 라돈은 붕괴하지 않고 상태를 유지하게 되는데 이런 라돈이 존재하는 암석층으로부터 지하수를 취수할 경우, 상당량의 라돈이 지하수속에 용해되어 있을 수 있다. 이렇게 용해된 상당량의 라돈은 실내공기로 휘발하면서 주변으로 확산하게 된다. 최근까지 일반인에게는 라돈은 온천욕 등으로 건강에 좋은 원소로 인식되어 있으나, 의학적으로는 기준치 이상의 라돈을 마시거나 호흡했을 경우 치명적인 폐암을 유발시킨다는 것이 밝혀졌다(Doull et al. 1999). 일반적으로 현재 도시인들은 하루생활 중 보통 80 %이상을 실내에서 생활하고 있으며 이 경우, 실내공기의 오염은 여러 건강상의 영향을 미치게 되리라고 추산하고 있다. 현재 국내에서는 생활용수의 대부분을 지표수에 의존하기 때문에 이러한 경로에 의한 라돈에 의한 인체노출은 거의 없다고 알려져 있다. 그러나 앞으로 지표수의 부족으로 인해 아파트단지등 대규모의 주택단지의 조성시 부족용수의 대체로 지하수를 활용할 가능성이 많아짐을 고려할 때 이러한 경로에 의한 라돈의 인체노출에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 라돈이 용해되어있는 지하수를 생활용수로 사용할 경우 각 구역의 환기량을 조절하여 실내라돈오염으로부터 하루 동안의 인체노출량의 변화를 모의하였고, 얻어진 결과를 토대로 효율적으로 인체노출량을 감소할 수 있는 방안을 제시하려고 한다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 우선 국내에서 대전지역을 대상으로 이루어진 기존 연구(Han and Park 1996)를 근거로 하여 지하수내 존재하는 라돈의 평균농도를 1106 pCi/L로 계산하였다. 용해된 라돈이 함유된 지하수를 취수하여 음용수 및 생활용수로 사용하는 경우, 라돈이 휘발하여 실내공기에 확산, 이동하는 것을 모의하기 위해서는 주택실내를 간단히 2 구역('샤워실', '그 밖의 집안')으로 나누고 각 구역에서는 그림 1과 같은 공기환기의 조건을 가지고 있다고 가정할 수학적인 모델을 개발하여 모의를 하였다.

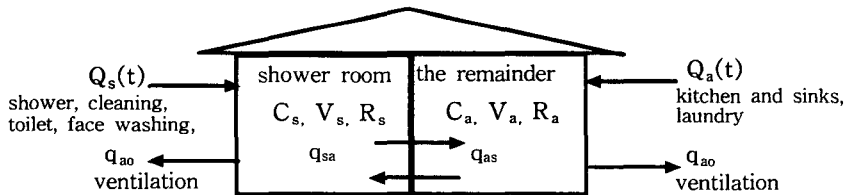


Fig. 1. A two-compartment model for simulating the transfer of radon from groundwater to indoor air

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 샤워실과 그 밖의 집안의 환기량을 조절하였을 때 실내 라돈농도의 변화를 나타내고 있다. "화장실"에서의 환기율이 증가시키면 실내공기중 라돈농도가 권고치인 5.4 pCi/L아래로 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 "그 밖의 집안"에서는 환기율의 변화로 실내라돈농도가 비록 권고치 아래의 값을 보이거나 농도의 감소폭이 그다지 크게 나타나지 않아서 지하수의 라돈농도가 높을 시에는 문제가 될 수 있으리라 본다. 또한, "샤워실"에서의 환기율의 증가는 "그 밖의 집안"에서의 라돈농도에 지속적

으로 영향을 미치고 있으나 “그 밖의 집안”에서의 환기율의 증가는 샤워실의 라돈농도감소에 크게 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

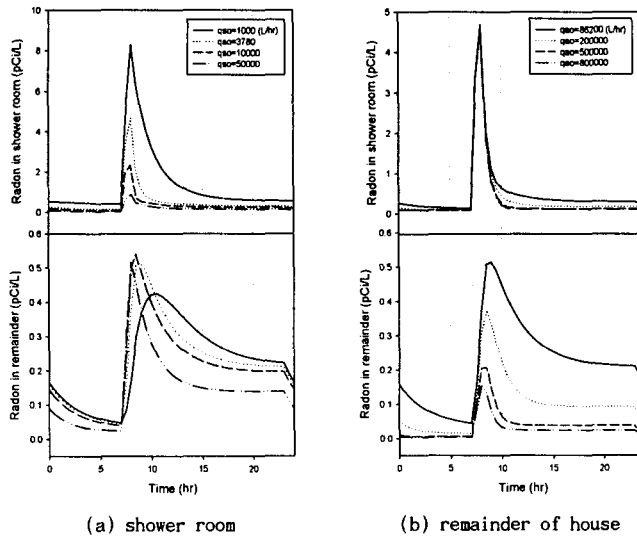


Fig. 2. Changes of radon concentration according to ventilation rates in each compartment

그림 3은 환기율변화에 따른 남녀 라돈의 인체축적량의 변화를 보여주고 있다. 두 경우 모두 어느 정도의 환기율의 증가가 일어나면 그후 인체축적량의 감소폭이 둔화되는 것을 볼수 있다. 또한, “샤워실”에서의 환기율에 따른 인체축적량 변화는 “그 밖의 집안”에서 비슷한 환기율에 따른 축적량과 비교하여 상대적으로 크게 나타남을 볼 수 있다. 그림 3-(a)에서 여성은 남성보다 집안에 머무르는 시간이 길므로 대부분의 인체라돈축적량은 “그 밖의 집안”의 라돈을 흡입하는 것에 기인한다. 따라서 이 경우는 “샤워실”에서의 환기율조절로 라돈농도가 전체적으로 감소하였다라도 인체축적량의 감소폭이 비교적 높지 않은 것으로 나타났다. 남성은 이와 반대로 “그 밖의 집안”에서 환기율을 대폭으로 늘리는 것과 “샤워실”에서의 소폭의 환기율을 늘리는 것이 비슷한 인체축적량감소를 보였다. 요약하면 집안에 있는 시간이 긴 생활패턴인 경우 “그 밖의 집안”의 환기율을 높이는 것이 유리하며, 낮동안 외출을 하는 경우에는 샤워실에서의 적은 환기량으로도 효율적인 인체축적량 감소를 이뤄낼 수 있다고 판단된다.

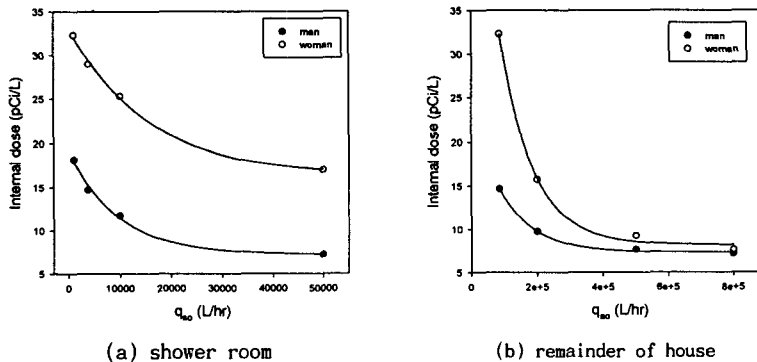


Fig.3. Change of Internal radon dose according to ventilation rates

### 참 고 문 헌

Doull, J. et al.(1999) Risk Assessment of Radon in Drinking Water, Washington, D.C., *National Academy Press*.  
 Han, J.H. and Park, K.H.(1996) Abundances of Uranium and Radon in Groundwater of Taejeon Area, *Econ. Environ. Geol.*, Vol.29 (5), 589-595.