

공동주택 내 NO₂와 VOCs의 위해성 평가에 관한 연구

A study of Risk Assessment of NO₂ and VOCs in Apartments

정순원, 손부순, 양원호
순천향대학교 환경보건학과

본 연구의 연구대상은 2004년 7월부터 2004년 9월까지 서울, 아산, 대구 세 지역의 공동주택을 대상으로 하여 휘발성유기화합물 및 이산화질소의 농도분포를 조사하였다. 각 지역에서 공동주택 건축완공 4년 이내 5주택 및 4년 이후 5주택을 선정하여 실내공간의 대표인 거실 1곳과 주택 실외 1곳을 선정하여 3일씩 60일동안 NO₂ 와 VOCs 농도를 측정하였다.

본 연구에서는 US EPA에서 제공하는 IRIS(integrated risk information system)의 데이터베이스를 이용하여 발암성 및 비발암성 용량-반응평가를 위한 발암성 독성자료인 unit risk 와 비발암성 독성자료인 RfD 의 자료를 사용하였고 Monte-Carlo를 이용하여 확률 분포를 추정하고 이들 농도 분포를 이용하여 노출 및 위해도 분포를 추정하였다. 각각의 노출계수에 자료의 특성을 고려하여 적용된 확률분포를 이용하여 확률론적 발암위해도 및 위해도지수의 평균값, 최대값, 최소값과 25%, 50%, 75%, 90%, 95%, 100% 값을 Monte-Carlo simulation은 crystal ball 2000을 이용하여 100,000번 모의실험을 수행하여 발암 및 비발암위해도의 분포수준을 파악하였다.

발암위해도의 결과는 중심경향노출(central tendency exposure : CTE) 및 최대노출농도(resonable maximum exposure : RME) 상태로 나누어 결과를 산출하였다. 산출되는 결과는 단일평가치 분석과 몬테카를로 분석으로 각각 제시하였다.

단일평가치 분석결과에서 4년 이내 공동주택의 CTE하에서 benzene은 US EPA에서 제시하는 허용기준치인 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 을 초과하는 남자 4.8×10^{-5} , 여자 5.6×10^{-5} 의 결과값을 보이고 있고 4년 이후 공동주택의 결과는 남자 3.5×10^{-5} , 여자 4.1×10^{-5} 으로 허용기준치를 초과하고 있다. 95percentile값을 이용한 최대노출농도인 RME상태에서는 4년 이내 benzene의 발암위해도는 5.0×10^{-4} , 4.3×10^{-4} 4년 이후 발암위해도는 3.5×10^{-4} , 4.1×10^{-4} 으로 EPA에서 제시하는 최고허용기준치인 10^{-4} 을 초과하지 않는 것으로 나타났다. 확률론적 위해성평가를 실시한 몬테카를로 분석에서도 평균값이 모두 허용기준치를 초과하는 결과값을 보이고 있다.

비발암 위해도지수의 결과는 Nitrogen dioxide, toluene, m,p-xylene, o-xylene 모두 4년 이내 및 4년 이후 주택에서 비발암 오염물질에 의한 인 유해영향의 유무를 판단하는 기준인 "1"을 모두 초과하지 않는 것으로 나타났다. 최대노출농도인 RME 상태에서는 4년 이내공동주택에서는 nitrogen dioxide, toluene, m,p-xylene이 남자와 여자 모두 1을 초과하고 있

어 인체 영향이 있는 것으로 나타났다. 4년이후 공동주택에서는 nitrogen dioxide만 1을 초과하는 것으로 나타났다. 몬테카를로 분석 결과에서 4년이내 남자와 여자의 경우 모두 1을 초과하지 않는 것으로 나타났고 최대값의 경우에는 모두 1을 초과하는 것으로 나타났으며 4년이후 공동주택에서의 평균값은 모두 1을 초과하지 않았고 최대값의 경우 남자와 여자의 경우 nitrogen dioxide, m,p-xylene이 1을 초과하는 결과를 보였다.

발암위해도와 비발암 위해도지수를 보면 남성보다 여성의 결과값이 더 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 여성이 남성에 비해 실내에 거주하는 시간이 많게 조사되어 더 큰 노출빈도를 보이며, 체중이 남성에 비해 적은 이유로 단위 체중 당 받게 되는 독성영향이 커지게 된다. 또한 평균수명이 남성에 비해 높게 가정이 되기 때문에 같은 오염물질의 농도 상태에서도 여성의 위해도가 더 높게 나타났다. 이는 위해성 평가시 결과값에 영향을 주는 오염물질의 농도가 중요한 변수이지만, 노출기간, 노출빈도, 체중, 평균수명 등 다른 노출변수들의 적용에 의해 위해성평가의 결과값에 영향을 주는 것으로 판단 되어진다.