

환경오염물질의 다매체/다경로 노출 시나리오에 의한 총 인체 노출량 예측

신동천¹⁾, 임영욱²⁾, 양지연³⁾, 김진용³⁾, 김영수³⁾

¹⁾ 연세대 환경공해연구소, ²⁾ 서남대 환경보건학과, ³⁾ 연세대 보건대학원

환경 오염물질의 인체 노출 평가에 있어서도 이들의 환경 중 분포특성에 따라 대기, 물, 토양, 식품을 통한 호흡 및 섭취, 피부접촉의 모든 경로를 고려하는 다경로 노출평가(multipathway exposure assessment)에 대한 중요성이 제기되고 있다.

최근 이러한 문제를 해결하기 위해 인간이 노출될 수 있는 가능한 모든 경로를 평가하는 다매체/다경로 인체 노출 평가 접근법이 연구되고 있다. 특히, 다이옥신과 같은 물질은 경제적·시간적 제한으로 인해 실제 측정자료를 이용한 평가가 현실적으로 불가능하기 때문에 컴퓨터 모델을 이용한 예측 연구가 부각되고 있다. 따라서 본 논문에서는 다양한 인체 노출 시나리오에 따라 5가지의 다매체/다경로 인체 노출 평가 모형을 구성하고, 마이크로소프트웨어의 엑셀(ver. 2000)과 크리스탈볼(ver. 5.2)에서 운용되는 프로그램을 구축하였다.

시나리오 I 은 휘발성 유기오염물질의 다경로 인체 노출 평가 모형이다. 오염 물질의 강한 특성에 의해 매체간 이동보다는 1차 오염 매체를 통해 인체와 접할 수 있는 다양한 경로로 노출되는 다경로 시나리오 모형을 구성하였다.

시나리오 II는 다매체/다경로 인체 노출 평가 모형으로서, 1차 환경 오염 이후 다양한 매체를 통해 전이는 될 수 있으나, 생태계를 통해 축적이 되지 않는 물질을 대상으로 하고 있다. 본 연구에서는 납, 카드뮴 등의 중금속을 대상으로 모형을 개발하였다.

시나리오 III와 시나리오 IV는 전형적인 다매체/다경로 인체 노출 모형으로서, 시나리오 III는 다환방향족탄화수소류와 같은 이성체 복합물질에 의한 인체 노출 평가 모형이며, 시나리오 IV는 다이옥신과 같은 생체 축적성 복합물질의 인체 노출 평가를 위한 모형을 구축하였다.

시나리오 V는 라돈과 같이 휘발성이 큰 방사성 물질의 다매체/다경로 노출 평가 모형이다. 본 연구에서는 라돈의 자연적 오염원에 의해 인간의 생활공간이 오염되고, 궁극적으로 인체에 노출될 수 있는 양을 예측할 수 있는 모형을 구성하였다.

인체 노출 특성에 따른 5 가지의 다매체/다경로 인체 노출 평가 모형 연구 수행 결과, 오염 물질의 물리·화학적 특성, 환경 오염도 분포 상태에 따라 주요 노출 매체나 노출 경로가 다른 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 구성한 다매체/다경로 노출 평가 모형에는 50여개 정도의 알고리즘과 100여개 이상의 변수가 이용되었으나, 인체 노출 변수 및 지역 특성 변수의 일부분은 국내 자료의 부족으로 외국 문헌의 일반 주민 및 주택가에 대한 특성을 고려할 수밖에 없음으로 인한 많은 불확실성이 존재하였다. 이와 같이 관리방안 설정을 위한 인체 노출 평가시 다매체/다경로에 의한 인체 노출 평가 수행 결과에 따라 다양한 관리 방안이 도출될 수 있음을 제시하였다.

21세기에는 환경 노출 평가에 있어서 다양한 알고리즘과 수백개의 변수를 포함하는 다매체/다경로 인체 노출 평가 연구가 활성화되면서 단순한 노출 평가를 하는 시대는 사라지게 될 것이다. 따라서 국내 학계나 정부에서는 오염물질의 효율적인 관리를 위한 다매체/다경로 인체 노출 평가 연구에 대한 활성화뿐만 아니라, 다매체/다경로 인체 노출 모형의 불확실성을 최소화하기 위해 다양한 변수들에 대한 국내 자료 구축을 위한 기반 연구에 대해 좀 더 활성화를 도모해야 할 것이다.