

나노 입자의 돌연변이원성 평가 The mutagenicity of nano-particles

양지연, 임은희, 장지영, 임영욱, 호문기, 신동천*

연세대학교 환경공해연구소

* To whom correspondence should be addressed. Tel : 82-2-2228-1869, E-mail : dshin5@yumc.yonsei.ac.kr

최근 대기 중 나노미터 수준의 극미세 입자(ultrafine particles)로 인한 인체 위해성에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 또한 나노 기술 혁명을 바탕으로 다양한 나노 물질의 개발 및 사용이 가속화되기도 한다. 이와 같은 다양한 나노 입자의 환경 오염 및 인체 노출은 크기가 매우 작기 때문에 현재의 과학 기술로는 유해 영향에 대한 평가가 어려우며, 기술적인 부분에서는 현재의 정화 기술로는 적절한 처리가 불가능하게 됨으로 인한 문제점이 잠재되어 있다. 이에 본 연구에서는 대기 극미세먼지 및 사용화되고 있는 다양한 나노 물질에 대한 유해 영향을 스크리닝하기 위해 돌연변이원성 유발 가능성을 평가하였다.

연구 대상 물질로는 대기 PM2.5 및 PM10의 추출물, TiO₂, Fe₃O₄, Carbon black을 대상으로 돌연변이원성을 시험하였다. 돌연변이원성 시험을 위해 Ames test(Ames 등, 1975)를 변형한 Yahagi 등(1997)의 방법을 이용하였으며, 사용한 균주는 *Salmonella typhimurium* TA 98을 이용하였다. 결과 해석은 48시간 배양 후 plate에 성장한 균주를 세어, 음성(멸균 탈이온수) 돌연변이 개수를 제외한 순수한 돌연변이 균의 개수(Net revertants)를 CFU/plate 단위로 표시하였다. 일반적으로 강한 돌연변이원성은 plate 당 150CFU/plate 수준이며, 50~100CFU/plate는 약한 돌연변이원성으로 평가하고 있다.

대상 물질에 대한 돌연변이원성 시험 결과, 대기 중 미세먼지에서는

Salmonella typhimurium TA 98에 의한 직접 및 간접 돌연변이원성 가능성이 있는 것으로 평가되었으며, 그 외 물질들에 대해서는 직접 돌연변이원성만이 관찰되었다.

단위 용량당 돌연변이원성은 대기 중 미세먼지가 가장 높았으며, 그 다음으로는 TiO₂ 나노 입자, Fe₃O₄ 나노 입자 순으로 나타났으며, carbon black 나노 입자는 미미한 수준의 돌연변이원성이 관찰되었다. 특히, TiO₂는 plate당 500 µg/ml 농도에서는 강한 돌연변이원성과 약한 세포독성이 동시에 유발되었으며, 50 µg/ml에서는 세포독성은 나타나지 않았으나, 돌연변이원성이 다소 낮게 평가되었다.

양성 대조군으로 대상물질의 이온성 성분(Ti ion 및 Fe ion)을 대상으로 한 돌연변이원성에서는 나노 입자의 경우에서보다 2-5배 이상의 돌연변이원성이 증가되는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서, 나노 입자가 환경 중이나 체내에 유입된 이후, 여러 조건에 의해 표면이 변형되어 이온 형태로로 전환된다면 그 유해 영향이 증가될 가능성이 존재하는 것으로 평가되었다.